

中国煤炭工业 百科全书

机电卷

CHINA COAL INDUSTRY
ENCYCLOPAEDIA

Mechanical & Electrical Engineering
Volume



目 录

前言	7
凡例	8
条目分类目录	11
彩图插页目录	17
条目汉字笔画索引	493
条目英文索引 (INDEX OF ARTICLES)	497
条目及条目内容主题分析汉语拼音索引	502

条 目 分 类 目 录

掘进设备 207

〔掘进机械〕

机械破岩原理 171

切削破岩 342

冲击破岩 39

滚压破岩 157

掘进机 205

掘进机械履带行走机构 206

全断面掘进机 344

全断面掘进机刀盘 349

盘形滚刀 329

全断面掘进机控制系统 351

全断面掘进机降尘系统 350

部分断面掘进机 16

悬臂式掘进机 422

悬臂式掘进机降尘系统 425

冲击式掘进机 41

〔钻（凿）孔机械〕

凿岩机 452

液压凿岩机 438

气动凿岩机 336

电动凿岩机 75

凿岩台车 452

凿岩台车钻臂 453

煤电钻 315

岩石电钻 428

手持式电动工具综合保护

装置 373

液压旋转钻机 437

钻具 484

装载机械 478

耙斗式装载（装岩）机 323

耙斗式装载（装岩）机

绞车 325

后卸式装载（装岩）机 161

侧卸式装载（装岩）机 34

扒爪式装载机 2

立爪式装载机 301

钻装机 488

掘进工作面转载机 204

巷道支护设备 161

〔锚喷支护设备〕

锚杆钻机 313

锚杆安装机 311

锚杆台车 312

锚杆拉力计 311

混凝土喷射机 164

支护机械 466

壁后充填设备 14

〔巷道修整设备〕

风镐 103

液压镐 434

采煤设备 29

〔采煤机械〕

采煤机 18

滚筒采煤机 146

〔滚筒采煤机元部件〕

滚筒采煤机行走部 155

滚筒采煤机截割部 150

滚筒采煤机截割滚筒 152

截齿 180

采煤机电动机 20

采煤机电气控制 21

〔滚筒采煤机辅助装置〕

拖缆装置 414

滚筒采煤机喷雾降尘系统 ... 154

安全绞车	1	刮板输送机机头部	130
采煤机自动化	26	液力偶合器	431
短壁采煤机	88	刮板输送机机尾部	131
立滚筒采煤机	297	刮板输送机紧链装置	132
截框式采煤机	181	中部槽	468
钻削式采煤机	487	刮板链	126
刨煤机	5	刮板输送机双速电机	135
刨头	11	刮板输送机电气控制	128
连续采煤机	302	带式输送机	45
截煤机	182	可伸缩带式输送机	214
采煤联动机	29	钢丝绳牵引带式输送机	106
采煤工作面支护设备	17	管状带式输送机	139
〔单体支架〕		气垫式带式输送机	335
摩擦支柱	320	链带式输送机	304
单体液压支柱	62	〔带式输送机元部件〕	
放顶支柱	103	阻燃输送带	483
金属铰接顶梁	183	托辊	412
液压支架	440	带式输送机驱动装置	53
支撑式支架	463	带式输送机制动装置	58
掩护式支架	429	带式输送机张紧装置	55
支撑掩护式支架	464	带式输送机保护装置	46
铺网支架	331	带式输送机电气控制	49
放顶煤支架	102	板式输送机	4
端头支架	86	活动煤仓	167
滑移顶梁支架	162	轨道运输设备	145
充填支架	43	矿车	228
液压支架手动控制系统	446	梭行矿车	379
液压支架电液控制系统	443	人车	353
乳化液泵站	355	电机车	77
气囊支架	339	架线式电机车	179
矿井运输设备	257	蓄电池式电机车	421
输送机	374	〔电机车元部件〕	
刮板输送机	128	电机车保护装置	78
可弯曲刮板输送机	216	电机车电气控制	80
拐角刮板输送机	139	防爆柴油机车	95
桥式转载机	340	卡轨车	209
仓式刮板输送机	33	单轨吊车	59
〔刮板输送机元部件〕		齿轨机车	38

〔轨道运输辅助设备〕		箕斗	172
翻车机	94	箕斗装载设备	177
推车机	410	箕斗卸载设备	174
阻车器	482	平衡锤	331
窄轨道岔	456	提升容器悬挂装置	402
爬车机	323	提升容器导向装置	399
防跑车装置	98	〔提升容器〕防过卷装置	399
〔无轨运输设备〕		提升钢丝绳	382
支架运输车	467	天轮	403
铲运机	38	通风设备	406
自卸运输车	481	主要通风机	473
矿用绞车	281	主通风机调速	476
〔提升、通风、排水、空气压缩设备〕		主通风机电气传动	475
〔提升设备〕		局部通风机	203
立井提升设备	298	排水设备	327
斜井提升设备	419	水泵	377
矿井提升机	253	空气压缩设备	225
缠绕式提升机	36	空气压缩机	219
摩擦式提升机	318	空气压缩机附属装置	223
防爆提升绞车	97	空气压缩机保护装置	222
〔提升机部件〕		钻探设备（见地质·测量卷）	487
提升机主轴装置	397	凿井设备（见矿井建设卷）	452
提升机减速器	387	水力采煤设备（见开采卷）	379
提升机制动系统	396	露天开采设备（见开采卷）	310
深度指示器	369	选煤设备（见加工利用卷）	427
提升机电气传动	385	矿山供电	261
提升机交流电气传动	389	矿区供电系统	258
提升机绕线转子异步电动机		矿井供电系统	243
串电阻传动	390	矿井地面供电系统	233
提升机交交变频同步电动机		矿井地面 660V 供电系统	236
传动	387	中性点接地方式	470
提升机直流电动机传动	393	矿井供电的继电保护	242
提升机保护装置	384	井下大气过电压	186
提升信号系统	392	无功功率补偿	415
〔提升容器〕		供电系统的谐波	121
罐笼	141	井下供电系统	187
罐笼承接装置	143	短路电流	90
防坠器	100	井下配电电压等级	195

井下 660V 供电系统	201	高压过流保护装置	109
井下 1140V 供电系统	201	矿用真空开关	290
高产高效工作面供电系统	107	真空开关管的真空寿命	460
井下变电所和配电点	184	真空开关的操作过电压	458
井下主变电所	199	馈电开关	296
采区变电所	32	电磁起动器	71
整流变电所	462	换相隔离开关	164
工作面配电点	120	电动机综合保护器	74
10kV 供电	490	双速电磁起动器	376
单相接地电容电流	65	多路开关箱	92
煤矿电气安全	315	手动开关	373
井下电气保护	187	低压漏电保护装置	67
过载保护	158	有功、无功电度表箱	451
短路保护	89	充电设备	42
相敏过流保护	418	〔其它矿用电器〕	
断相保护	91	防爆按钮	95
欠压与失压保护	340	防爆电铃	96
漏电保护	307	隔爆接线端子	112
漏电闭锁	309	矿用变压器	264
电缆监视保护	83	移动变电站	448
快速断电保护	226	照明变压器综合保护装置	457
旁路接地保护	329	矿用电缆	270
保护接地	4	井筒电缆	184
井下杂散电流	197	矿用高压橡套软电缆	277
井下静电	193	矿用低压橡套软电缆	266
露天矿供配电(见 开采卷)	310	铠装电缆	212
露天采场供配电(见 开采卷)	310	矿用通信电缆	285
露天矿电力牵引供电(见 开采卷)	310	矿用信号电缆	287
矿用电气设备	274	电缆热补器	84
防爆电气设备(见 安全卷)	96	高压电缆附件	109
隔爆型电气设备(见 安全卷)	114	低压电缆附件	66
本质安全型电气设备(见 安全卷)	14	电缆故障探测	83
增安型电气设备(见 安全卷)	456	矿用电动机	268
矿用一般型电气设备(见 安全卷)	287	井下矿用高压电动机	194
矿用电器	272	井下矿用低压电动机	194
矿用一般型开关柜	287	隔爆型异步电动机	118
隔爆型高压配电装置	114	矿用直线电动机	294
高压漏电保护装置	110	井下照明	198

固定式照明灯具	123
移动式照明灯具	450
矿灯	230

〔矿井监测与监控〕

矿井监控系统	247
集中检测装置	179
时分制传输系统	372
频分制传输系统	330
数据处理系统	375
〔环境参数传感器〕(见安全卷)	
生产工况检测装置	371
机电设备开停检测装置	170
料位检测装置	305
带式输送机计量装置	52
采煤机组位置检测装置	28
矿压检测仪表	262
矿井局部生产环节监控系统	248
输送机群监控系统	374
刮板输送机群集中控制装置	135
带式输送机群监控系统	54
井下轨道运输监控系统	190
煤矿电力系统监测装置	315

〔矿山通信〕

矿区通信	261
矿井通信	256
矿井调度通信	237
人工交换调度机	354
自动交换调度机	479
井下有线音频通信	196
同线电话	407
声力电话机	371
矿用载波通信	289
矿井无线通信	257
矿用漏泄通信	282
矿用感应通信	275
矿用光纤通信	279
矿用光纤工业电视系统	278
矿用通信、信号、控制综合	

装置	286
采区通信、信号、控制装置	32
斜井人车通信、信号装置	419
本安通信信号机	13

煤矿机电设备测试

〔测试类别〕

型式试验	420
工业性试验	120
井下测试	185

〔基本测试技术〕

高低温试验	108
湿热试验	372
噪声测试	455
振动试验	461
冲击试验	42

防护等级试验

〔常用测试设备〕

电力测功机	84
水力测功机	379
电磁粉末制动器	71
盘式制动器	328
电涡流测功机	85
机械功率封闭加载装置	170
液压能回收加载装置	436
电反馈加载装置	76

〔模拟井下工况整机试验〕

采煤机整机试验	23
刨煤机整机试验	8
刮板输送机整机试验	136
带式输送机整机试验	57
悬臂式掘进机整机试验	425
电机车整机试验	81
液压支架整机试验	447
单体液压支柱试验	63
卡轨车整机试验	211

〔矿用固定设备测试〕

矿井提升设备测试	253
矿井排水设备测试	251

矿井空气压缩机测试	249
[煤矿机械专用元部件试验]	
采煤机截割部试验	21
采煤机行走部试验	22
刀具试验	66
液压支架(柱)阀类试验	445
液压缸试验	433
油封试验	450
托辊试验	413
矿车车轮试验	229
刮板输送机中部槽试验	138
矿用高强度圆环链试验	276
矿用阻燃输送带试验	295
[矿用电机、电器试验]	
矿用电动机试验	269
矿用电器试验	273
矿用变压器试验	266
矿用电缆试验	272
故障诊断技术	125
润滑油磨粒分析技术	355
铁谱仪	404
铁磁磨粒测量仪	404
颗粒定量仪	213
颗粒计数器	214

振动信号频谱分析技术	461
频谱分析仪	331
轴承故障诊断仪	472
无损检测技术	416
煤矿机电设备管理	317
设备综合工程学	367
全员生产维修	352
设备技术管理	360
设备前期管理	363
设备运行管理	365
设备检修	361
设备改造与更新	358
设备故障管理	359
设备标准化管理	357
设备经济管理	363
设备日常管理	364
设备折旧管理	366
设备报废管理	357
设备租赁管理	368
备件管理	12
油脂管理	451
防爆电气设备管理	96
矿用电缆管理	271
压力容器管理	428

彩图插页目录

全断面掘进机	1	STJ1000/4×200多机软起动	
横轴式悬臂掘进机	1	强力带式输送机	7
纵轴式悬臂掘进机	1	YOTC500~1150系列液力调速装置	7
侧卸式铲斗装岩机	2	STJ800/250大倾角上运带式输送机	8
耙斗式装岩机	2	卡轨车	8
MG300—W型双滚筒采煤机	3	摩擦式提升机	9
MG344—PWD型强力爬底板采煤机	3	带式输送机	9
MG200—QW型大倾角采煤机	4	齿轨机车	10
5MG200—B型薄煤层采煤机	4	刮板输送机	10
MG400/920—WD型电牵引采煤机	5	绞车	10
单滚筒采煤机	5	ZY2000/14/31型掩护式支架	11
拖钩刨煤机	6	ZY3200/20/35型掩护式支架	11
滑行刨煤机	6	ZZ4000/17/35型支撑掩护式支架	12

A

anquan jiaoche

安全绞车 (safety winch) 曾称防滑绞车。防止采煤机因电源突然被切断或行走机构意外损坏而失控下滑的专用绞车。主要与采煤机配合应用在煤层倾角较大的走向长壁采煤工作面。中国煤矿安全规程确定, 必须使用安全绞车的煤层倾角下限为 15° , 苏联规定为 9° 。安全绞车应能与采煤机的牵引速度自动保持同步, 且使安全钢丝绳始终处于张紧状态。

安全绞车主要由泵站、绞车、锚固装置、钢丝绳和导绳装置等组成。泵站和绞车设置在工作面回风巷, 由锚固装置固定。引出的钢丝绳通过导绳装置上的导向轮进入工作面, 绳端与采煤机联接, 导绳装置锚固在工作面的上端头。采煤机上行工作时, 绞车的卷筒缠绕钢丝绳并使之保持一定的拉紧力即缠绕力。缠绕力随钢丝绳在卷筒上的缠绕半径的变化而变化。最小的缠绕力不得大于采煤机所需的最小牵引力, 否则采煤机的牵引速度将无法控制, 但又不得低于采煤机的下滑力, 以免切断电源后采煤机下滑。采煤机下行工作时, 钢丝

绳放出并带动卷筒反转, 使钢丝绳保持一定的拉紧力一下放力。下放力也随着缠绕半径的变化而变化。最小的下放力不得低于采煤机的下滑力, 但又不应该过大, 否则将导致采煤机无法向下牵引。通常下放力应选择得接近于缠绕力, 且其最小值略大于下滑力。当出现行走机构破断, 缠绕力或下放力不足以阻止其在重力作用下失控下滑时, 超速信号切断电源, 安全绞车卷筒上设置的制动器在弹簧作用下立即将卷筒制动, 使采煤机停止下滑。以上功能应由安全绞车自动完成。只有在特殊情况下 (如更换钢丝绳或安全绞车暂时作其它用途时) 才由人工操作缠绕或放出钢丝绳。

采煤机的下滑力决定于其自重和煤层倾角, 安全绞车的缠绕力或下放力应根据采煤机的重量和开采煤层的最大倾角来调定。使用安全绞车以后, 采煤机的下滑力基本由缠绕力或下放力抵消, 牵引力只用于克服割煤时的牵引阻力, 从而扩大了采煤机的使用倾角范围。

(沈斌忠)

B

bazhuoshi zhuangzaiji

扒爪式装载机 (gathering-arm loader) 曾称“蟹爪式装载机”。用扒爪作工作机构的装载机。铲板插入料堆后用在铲板上作平面运动的扒爪式工作机构取物料,并经自身的转载机构卸载。主要用于巷道

掘进中装载爆落的煤或岩石,能连续装载,其装载能力一般为 $35 \sim 200 \text{ m}^3/\text{h}$ 。扒爪装载机有电动及电—液驱动两种。

基本结构 由工作机构、转载机构、履带行走机构及操纵机构等组成(图1)。

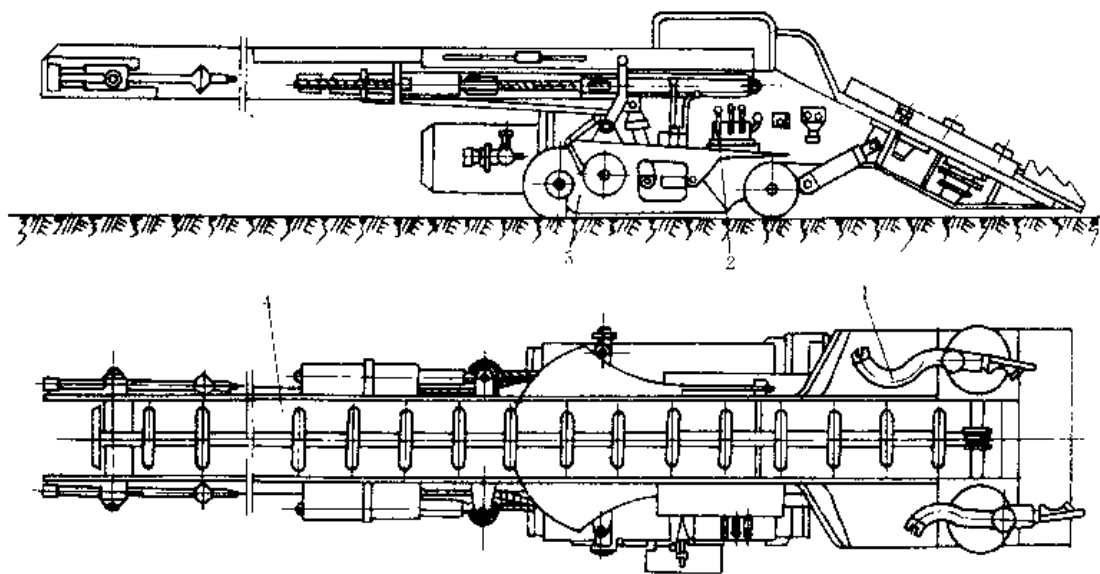


图1 扒爪式装载机

1—工作机构; 2—操纵机构; 3—履带行走机构; 4—转载机构

工作机构 由扒爪机构、驱动装置和铲板等组成。扒爪指沿封闭曲线运动,扒集松散煤或岩石进行装载的蟹螯状工作机构。按结构形式分为曲柄直摇杆式、曲柄弧摇杆式、曲柄偏心盘式、曲柄弧槽导杆式、曲柄直槽导杆式和曲柄带壳装载耙杆式等六种类型。工作原理均属于四连杆机构(下页图2)。早期的扒爪式装载机都采用曲柄直摇杆式扒爪机构,其结构简单,但只能用于装煤。曲柄弧槽导杆式扒爪机构能消除岩块被卡住的缺点,其结构也较简单,用于装载岩石。

(1)扒爪机构 由主动圆盘、装载耙杆、摇杆等组成。有些扒爪式装载机在装载耙杆外侧装有副扒爪,以

扩大耙取宽度。对称布置的左、右装载耙杆与相应的主动圆盘和摇杆(或固定销、偏心盘)组成两套互相对称的曲柄摇杆机构。两个主动圆盘相向回转,驱动左右两个装载耙杆在铲板表面上作平面复合运动。两个装载耙杆的运动相位差为 180° ,当一个装载耙杆耙取铲板上的物料时,另一个装载耙杆处于返回行程,使装载工作连续进行。为了保证两装载耙杆的相位差,两个主动圆盘中间装有同步轴。

(2)驱动装置 一般由防爆电动机(或液压马达)、减速器和传动齿轮等组成,通常布置在铲板下面。大多数驱动装置采用单独的防爆电动机或液压马达经减速

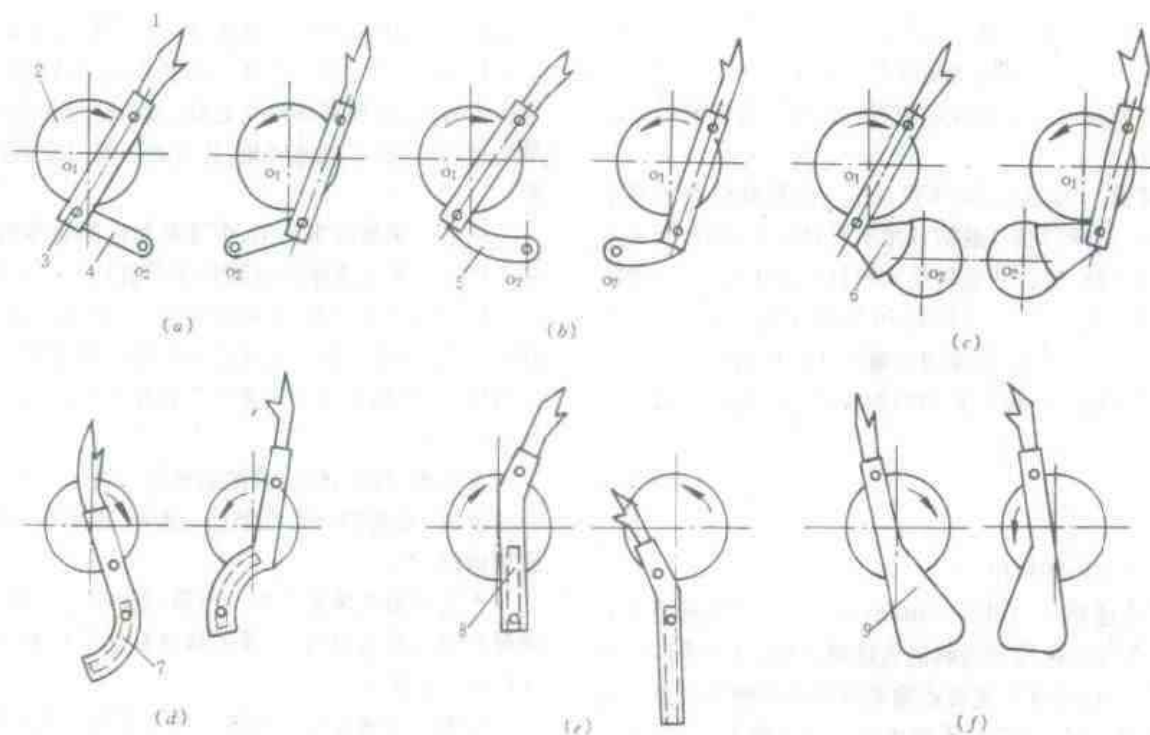


图2 扒爪机构结构形式

- a—曲柄直摇杆式；b—曲柄弧摇杆式；c—曲柄偏心盘式；d—曲柄弧槽导杆式；
e—曲柄直槽导杆式；f—曲柄带壳装载耙杆式
1—耙爪；2—主动圆盘；3—装载耙杆；4—直摇杆；5—弧摇杆；6—偏心盘；
7—弧槽导杆；8—直槽导杆；9—带壳耙杆

器驱动两个主动圆盘回转,这样可简化机器总体结构,便于拆装和维修。有些扒爪式装载机的驱动装置采用行走机构的防爆电动机来驱动两个主动圆盘。

(3) 铲板 是工作机构的基体,倾斜安装在主机架前端,铲板在前升降液压缸的作用下,可绕水平轴作上下摆动。

转载机构 转载机构有两种形式:一种是采用一台输送机直接转载;另一种是由两台输送机搭接而成。

采用一台输送机直接转载的扒爪式装载机在煤矿使用较多,它主要由回转座、回转台、刮板链、回转液压缸和张紧机构等组成。回转台在回转液压缸的作用下能作水平回转。回转座在升降液压缸的作用下能绕水平轴作垂直升降,带动回转台的尾端升降,调节卸载高度。转载机构的后半段可水平回转,前半段与铲板连在一起不能转动,因此中间段侧板采用弹簧钢板。刮板链以前大多采用套筒滚子链,后来大多改用圆环链。张紧机构布置在输送机的卸载端,有弹簧张紧和液压张紧两种型式。弹簧张紧机构的张紧力由调节弹簧的压缩量来控制。液压张紧机构是通过液压缸进行张紧,张

紧力由调节油压控制,张紧效果较好。

由两台输送机搭接而成的转载机构,前面一台输送机与铲板固定,能随铲板一起升降,采用刮板输送机结构;后面一台输送机大多为带式输送机,卸载端在液压缸的作用下能水平回转和垂直升降。

履带行走机构 由左右两个履带车架和主机架连接成整体(见掘进机械履带行走机构)。重量轻的扒爪式装载机,其履带行走机构没有支重轮,整个机器的重量通过下履带架支承到接地履带上,工作过程中下履带架与接地履带之间发生相对滑动,增加了履带行走阻力,但结构较简单,煤矿使用较多。

操纵机构 按机器的传动方式可分为液压操纵机构和电气操纵机构。液压操纵机构由油泵、油箱、油缸、操纵阀和管路等组成。电气操纵机构由防爆电动机、防爆电控箱(或防爆按钮)、防爆照明灯等组成。

工作原理 依靠本身履带行走机构的推力,使工作机构的铲板插入料堆,装在铲板上的两个扒爪交替地从侧面把铲板上的物料耙入转载机构,转载机构将物料装入矿车或其它输送设备。工作机构在前升降液

压缸的作用下可上下摆动,以调节铲板高度或松动装载机前面的料堆。履带行走机构的转向移动可调节装载宽度。回转液压缸能使转载机构尾部作水平回转以调节卸载点位置。后升降液压缸能调节转载机构的卸载高度。

简史 20世纪20年代,扒爪式装载机在主要采煤国家已有所发展,最初只用于装载煤和软岩,后来由于结构不断完善,并采用优质钢材和液压传动,也能装载中硬以上的岩石。中国从50年代开始研制生产该类装载机,70年代研制成功机械和液压传动相结合的扒爪式装载机和全液压驱动的扒爪式装载机,并已形成系列。

(谢时旺)

banshi shusongji

板式输送机 (slat conveyor) 带有槽盘(平板)的无极链条载运物料的连续输送机。可用于煤矿地面、井下和选煤厂连续运输系统中水平输送原煤、矸石、充填料等,可适应水平折曲的物料输送,不需搭接转载。

工作原理 槽盘连续成串地固接在无板的链条上,由链条承受输送机运行的牵引力,槽盘作为搬运物料的载体,构成槽盘—链条输送带。将输送带绕过机头链轮和机尾改向轮,由链轮啮合驱动链条,拖动输送带使其随槽盘底部的滚轮沿着固定的轨道连续循环运行。物料在受料点装载,随带牵引至机头卸下,实现物料的定距输送。

基本结构 主要由槽盘—链条输送带、驱动装置、机头驱动链轮、机尾改向轮、机架、清扫器和电气控制、保护装置等部分组成。

槽盘—链条输送带 在链条上连续串接槽盘,构成槽盘—链条输送带。输送带底部以一定间距设置一对滚轮,起到支承和导向的作用。它具备运行阻力小、耐磨、防尘、防潮、防卡和防淋水等功能。槽盘一般均用钢板冲压制成。链条为圆环链和板式、套筒滚子链,有单链、双链或多链等多种牵引方式,整条牵引链由多段链条用专用的链接头联接而成。

驱动装置 驱动输送机的动力源。由电动机、液力耦合器、减速器和制动器组成。驱动装置一般集中设置在输送机的机头部,有单机驱动或者多机驱动。当驱动功率较大,又受到牵引链强度和使用空间等条件的制约时,则在沿机长的适当位置设置若干中间助力驱动站,以分段接力的方式进行驱动。采用多机驱动时,各驱动装置间应具备功率平衡和起动加速度可控的功能。

链轮 有驱动链轮和改向轮两种。驱动链轮用轮齿啮合链条传递转矩,拖动槽盘—链条输送带运行。链轮为铸钢件,为了满足强度上的要求,也有镶嵌合金钢轮齿齿冠的,齿面需作硬化处理。改向轮用于改变输送带的运行方向,不传递转矩,还可兼作牵引链的张紧装置。

机架 主要由机头架、中部架和机尾架等组成。机头架用于安装头部驱动装置和驱动链轮;中间架包括供滚轮运行的全部上、下两层轨道,由分段的架子逐节联接而成,分段轨道的衔接必须保持平滑过渡,一般均落地铺设;机尾架用于安装改向轮和张紧器,输送带经此转向回程。

清扫器 清扫输送带槽盘承载表面,以保持承载面的清洁。常用的有柔性刮板、滚刷、弹性刮刀和水射流等清扫器。

电气控制及保护装置 与带式输送机的电气控制和保护装置基本相同(见带式输送机电气控制、带式输送机保护装置)。

分类 按铺设运行特征,可分为直线型和弯曲型两种。

直线型板式输送机 输送机直线铺设运行,沿垂直面内可适应适当的起伏,牵引的链条大都采用板式链、套筒滚子链,也有用圆环链的。链条有单链、双链和多链等多种形式。

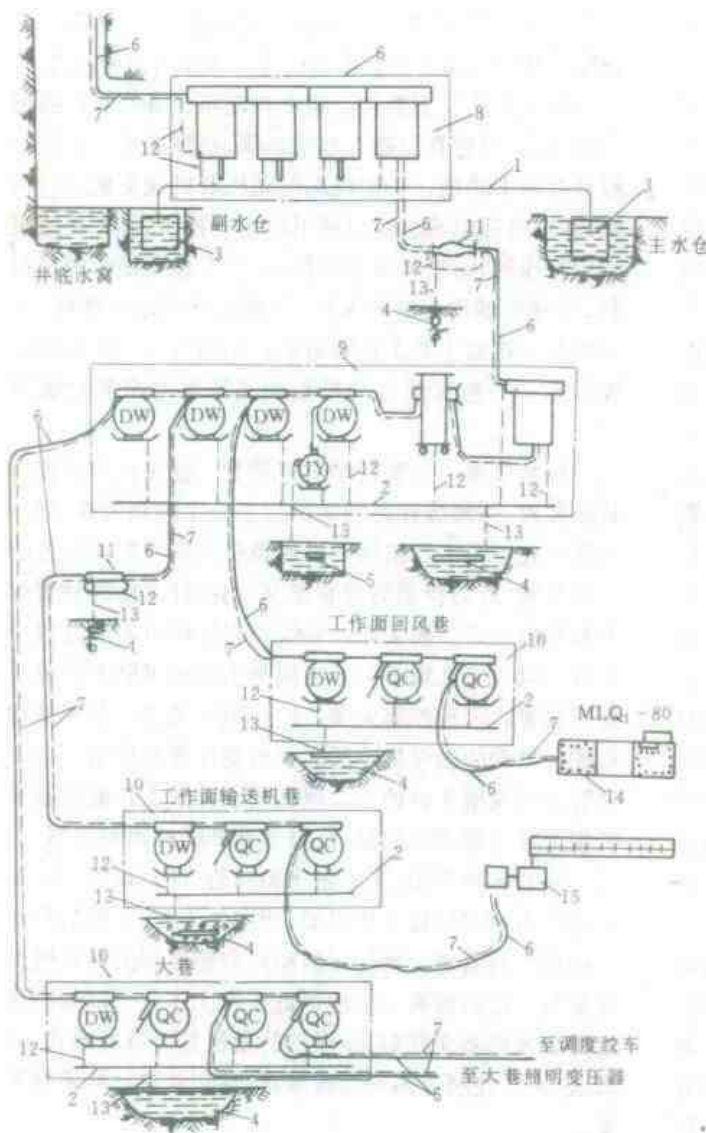
弯曲型板式输送机 输送机能在水平面内改向折曲铺设运行,折曲处圆弧过渡。曲率半径较大时,通过输送带底部滚轮经弯曲导轨导向转弯;若曲率半径较小,则通过牵引链的专用导向机构使输送带转向折曲。牵引链条采用圆环链固接在槽盘的中央位置,多为单链牵引,个别也有用双链的,链条应处于输送带的中央位置。

简史 1905年,在瑞士出现了鳞片钢带式输送机,以后在冶炼、矿山、铸造等行业中发展了板式输送机。1945年后,一些缺乏橡胶资源的国家,如德国、日本、前苏联等国都曾生产过煤矿专用的板式输送机以替代带式输送机。中国于1966年在煤矿井下沿煤层等高线开拓的顺槽中使用了单链牵引的弯曲型板式输送机。自70年代以来,这种输送机在煤炭行业中已被淘汰。

(支一贵)

baohu jiedi

保护接地 (protection earthing) 为保护人身安全而对电气设备外壳采取的一种强制接地措施。当电气设备绝缘破坏时,在设备金属外壳和电缆金属



井下总接地网示意图

- 1—接地母线；2—辅助接地母线；3—主接地极；
4—局部接地极；5—漏电保护辅助接地极；6—电缆；
7—电缆接地层；8—中央变电所；9—采区变电所；
10—配电点；11—电缆接线盒；12—连接导线；
13—接地导线；14—采煤机组；15—输送机

铠装(钢带或钢丝)上会产生危险电压,人如接触其上,就会发生触电事故。为了避免人身触电事故的发生,对有可能出现危险电压的电气设备金属外壳进行接地的保护措施。如36V以上的电气设备外壳,铠装电缆的钢带(或钢丝)、铅套和橡胶套(塑料)电缆的接地芯线和屏蔽护套等均须接地。

井下总接地网 如上图所示,所有电气设备的保护接地装置(包括电缆的铠装、铅皮、接地芯线)和局部接地装置,都应同主接地极连接成一个总接地网。从

任意一个局部接地装置处所测得的总接地网的接地电阻,不得超过 2Ω 。每一移动式 and 手持式电气设备同接地网之间的保护接地用电缆芯线(或其它相当接地导线)的电阻值,都不得超过 1Ω 。

主接地极 主接地极应埋入水仓中,主、副水仓必须各设一块。矿井有几个水平时,每个水平的总接地网都要与主、副水仓中的主接地极连接。

局部接地极 在下列地点应设局部接地极:

- (1) 每个装有电气设备的硐室;
- (2) 每个(套)单独装设的高压电气设备;
- (3) 每个低压配电点,如果采煤工作面的运输巷,回风巷和掘进巷道内设低压配电点时,至少应分别设置一个局部接地极;
- (4) 连接动力铠装电缆的每个接地盒。

(霍育川 牟龙华)

baomeiji

刨煤机 (plough) 以刨头为工作机构,采用刨削方式破煤的采煤机械。可用在长壁采煤工作面实现破煤、装煤和运煤。刨头由安装在采煤工作面两端的驱动装置通过刨链在工作面全长上往复牵引,刨刀以给定的刨削深度将煤从煤体上刨落下来。刨头上的犁形斜面将刨落下来的煤装入输送带,由输送带将煤运出工作面。刨煤机适用于开采煤质较软、地质构造简单、煤层底板不太软、煤不粘顶工作面顶板采动压力变化小的煤层也适用于具有煤和瓦斯突出的煤层,它可用于普通机械化采煤工作面,也可以用于综合机械化采煤工作面。与其它采煤机械相比,刨煤机具有以下特点:①结构简单,维修方便;②操作简便,人员不需要跟机操作;③块煤率高,粉尘量小,能充分利用地压采煤,比能耗较低;④适宜于开采较薄的煤层;⑤刨头的截割高度在刨头运行过程中不能调节。

基本结构 通常由刨煤部、输送带、液压推进系统、喷雾降尘系统、电气系统和辅助装置组成。

刨煤部 刨削煤壁进行破煤和装煤的刨煤机部件,由刨头驱动装置、刨头、刨链和辅助装置组成。刨头驱动装置(机头和机尾各一套),由电动机、液力耦合器、减速器等组成。电动机有单速和双速之分。双速电动机使用在刨头高速运行,需要慢速启动和停止的刨煤机。液力耦合器安装在电动机和减速器之间,使机

头和机尾两台电动机的负载趋于均匀,改善起动性能,吸收冲击和振动,起到过载保护作用。减速器有展开式和行星式两种形式。展开式减速器常用于平行布置方式,行星式减速器则用于垂直布置方式。刨头有单刨头和双刨头之分。刨头通过接链座与刨链相联,形成一个封闭的工作链(见刨头)。刨链由矿用圆环链、接链环(见刮板链)和转链环组成,用来牵引刨头。刨链采用的矿用圆环链质量等级应为C级或D级。根据刨煤功率的不同,圆环链可采用不同的直径规格。接链环是两段圆环链之间的联接件,其结构要求便于装拆,既能作为立环又能作为平环通过链轮。转链环安装在刨头的两端,以防止圆环链出现拧麻花现象。辅助装置有导链架(或滑架)、过载保护装置和缓冲器等。导链架(或滑架)用于刨链的导向,使形成闭环的上链和下链分别位于导链架(或滑架)的上下链槽内,以免外露伤人和互相干涉。拖钩刨煤机和滑行拖钩刨煤机使用置于采空侧的导链架,滑行刨煤机使用置于煤壁侧的滑架,滑架还供刨头导向滑行。过载保护装置:设在刨煤部传动系统内,能在过载时自动使外载荷释放或者保持在限定的水平,以免元部件遭受损坏。过载保护装置有剪切销、多摩擦片、差动行星电液系统等多种结构形式。缓冲器:装在刨煤机的两端,是刨头越程时吸收冲击能量的装置。避免机件遭受损坏。缓冲器有气液缓冲式、弹簧缓冲式等多种结构形式。

输送带 将刨头破落下来的煤运出工作面的刨煤机部件。由两套驱动装置(机头和机尾各一套)、机架、过渡槽、中部槽、联接槽和刮板链等组成。机架的一侧安装刨头驱动装置,另一侧安装输送带驱动装置,组成刨煤机的机头和机尾。刨头驱动装置在机架上的安装方式有固定式和滑槽式两种。滑槽式是在机架侧有滑槽,刨头驱动装置可在机架上滑移并藉液压缸将刨链拉紧。固定式则无此功能。输送部的其它元部件具有与刮板输送机相类似的结构(见工作面刮板输送机)。

液压推进系统 用于普采工作面,当刨头通过后逐段推进刨煤机,使刨头在下一个行程获得新的刨削深度,同时承受煤壁对刨头的反力。主要包括乳化液泵站、推进缸、阀组、管路和撑柱等。综采工作面由液压支架的推移系统实现刨煤机的推进,不再需要单独的液压推进系统。推进的控制方式有定距和定压控制两种。拖钩刨煤机一般采用定距控制,即推进缸以恒定的步距将刨煤机推向煤壁的控制方式。滑行刨煤机和滑行拖钩刨煤机一般采用定压控制,即推进缸以恒定的压力将刨煤机推向煤壁的控制方式。但近年来也有采用定距控制的趋势。

喷雾降尘系统 沿工作面安装喷雾降尘系统,能

适时喷出水雾进行降尘。主要包括喷雾泵、控制阀组、喷嘴等元部件。控制方式有沿工作面定点人工控制和根据刨头在工作面的位置由电磁阀自动控制两种方式。

电气系统 主要包括集中控制箱、真空双回路磁力起动器、可逆真空磁力起动器等。刨煤机电气系统一般具有以下功能:①刨煤部电动机双机或单机运行控制;②输送带电动机双机或单机运行控制;③乳化液泵站运行控制;④喷雾泵运行控制;⑤工作面随时停机控制;⑥缓冲器动作断电保护;⑦刨头终端限位停机;⑧司机与工作面主要工作点通话;⑨刨头在工作面的位置显示;⑩刨煤部电动机和输送带电动机相电流显示。

辅助装置 主要包括防滑装置、刨头调向装置和紧链装置。防滑装置是刨煤机用于一定倾角的煤层时,为防止在刨头上行刨煤时出现整机下滑现象而设置的一种装置。有防滑梁防滑装置、机尾吊挂式防滑装置等多种结构形式。刨头调向装置是在刨煤机刨煤过程中出现上飘或下扎现象时,为调整刨头向煤壁前倾或后仰而设置的一种控制装置。刨头调向装置有多种结构形式,早期的刨煤机一般通过改变推进缸作用力点的位置来实现刨头的调向,现代用于综采工作面的刨煤机则通常设置调向油缸,依靠活塞杆的伸出和收缩,通过一定的转换机构,达到刨头调向的目的。设置调向油缸的刨头调向装置动作灵敏,调向效果好。紧链装置用于刨煤机的紧链。刨煤部的刨链和输送部的刮板链都需要有一定的预紧力才能保证正常工作,可以分别通过操作紧链器来获得。刨煤机的紧链装置有抱闸式、闸盘式、液力控制等多种结构形式(见刮板输送机紧链装置)。

分类 刨煤机的类型较多,按刨头的工作原理可分为动力刨煤机和静力刨煤机两大类。动力刨煤机是刨头除受到刨链的牵引力外,还带有某种形式的破煤原动力的刨煤机。以扩大其使用于较硬煤层和适应地质构造变化的能力。如刨头带有高压水破煤功能的刨煤机、刨头带动力冲击破煤功能的刨煤机等。动力刨煤机因为刨头本身带有破煤原动力以后,使得结构复杂性增加,当前仍处在试验阶段,尚未推广使用。静力刨煤机是刨头本身不带动力,单纯凭藉刨链牵引力工作的刨煤机,其结构比较简单。现在煤矿井下使用的刨煤机基本上都是静力刨煤机,并发展有多种结构形式。通常所说的刨煤机多指静力刨煤机。静力刨煤机可按刨头的导向方式和刨削速度与刮板链速度之间的关系来分类。

按刨头的导向方式分类 可分为拖钩刨煤机、滑行刨煤机和滑行拖钩刨煤机。



(1) 拖钩刨煤机。刨头以输送机中部槽为导轨,刨链通过在工作面底板上滑行的拖板拖动刨头工作的刨煤机(图1)。拖钩刨煤机的结构比较简单,刨头运行的稳定性好,刨链位于采空侧导链架的链槽内(后牵引方式),便于维修,拖板是位于中部槽下连接刨头和刨链的板状构件,刨头的结构高度比较低,适用于较薄煤层的开采。但这种刨煤机运行时的摩擦阻力较大,刨深不易控制,对软及破碎的工作面底板适应能力差。拖钩刨煤机通过在刨头左右两端部安装不同厚度的限位块来调整刨深。刨头拖板与导链架处的导向结构可分为托钩式和挂钩式两种(图2)。刨头沿输送机中部槽的运动通常是滑动式的,也有采用滚轮式的。滚轮式的摩擦阻力较小,但结构较复杂。拖钩刨煤机目前在薄煤层开采中应用较多(参见彩照插页第6页)。

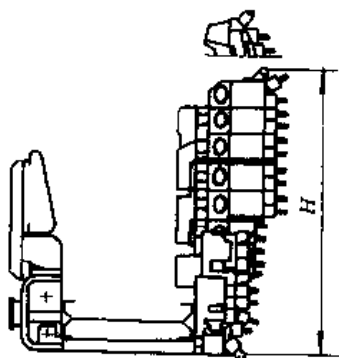
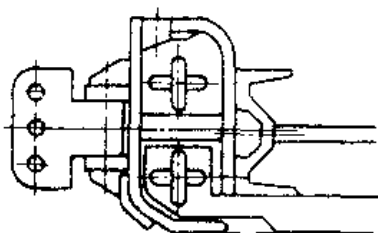
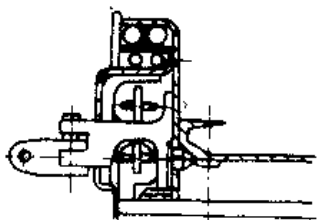


图1 拖钩刨煤机横断面



(a)



(b)

图2 刨头拖板

a—托钩式; b—挂钩式

(2) 滑行刨煤机。刨头以滑架为导轨,刨链在滑架内拖动刨头工作的刨煤机(图3)。与拖钩刨煤机相比,滑行刨煤机运行时的摩擦阻力小,刨深易于控制,对软及破碎的工作面底板适应能力较强。但刨链位于煤壁侧滑架的链槽内(前牵引方式),维修不太方便,而且在结构上增加了安装在输送机煤壁侧的滑架,使控顶距离和刨头的最低高度有所增加,影响其在极薄煤层中的应用。滑行刨煤机的滑架不仅起着刨头的导向作用,而且还起着护链和导链的作用。滑架有焊接结构和铸造结构两种。有的滑架还在中部槽的标准长度内采用多节结构,使刨煤机在弯曲的工作状态下具有更好的平滑性。刨深则由安装在刨头左右两端不同宽度的底刀来调整。刨头沿滑架的运动有滑动式和滚轮式两种。滚轮式的摩擦阻力较小,但结构较复杂。当刨头的高度较高时,刨头需要安装支撑门架以增加运行时的稳定性。滑行刨煤机是目前使用最多的一种刨煤机(参见彩照插页第6页)。

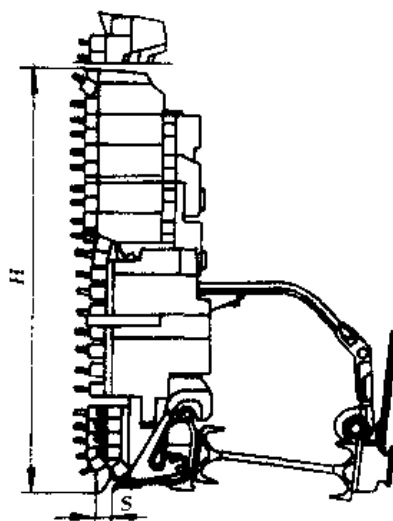


图3 滑行刨煤机横断面

(3) 滑行拖钩刨煤机。刨头以输送机中部槽为导轨,刨链通过在底滑板上滑行的拖板拖动刨头工作的刨煤机(下页图4)。滑行拖钩刨煤机是在拖钩刨煤机和滑行刨煤机的基础上发展起来的,它兼有两者的优点,如:运行时摩擦阻力较小;刨深易于控制;对软及破碎的工作面底板适应能力较强;刨头运行时的稳定性好;较低的刨头结构高度,能适用于较薄煤层的开采;刨链处于采空侧导链架的链槽内(后牵引方式),维修方便等。但滑行拖钩刨煤机由于增加了底滑板结构,自重增大,而且在仰斜开采时,煤粉易进入输送机中部槽和底滑板之间,导致刨头运行阻力增大。滑行拖钩

刨煤机由于在结构上增加了底滑板,使它的刨深能象滑行刨煤机一样由安装在刨头左右两端不同宽度的底刀来调整,而且由于刨头拖板是在底滑板上滑行,减小了运行阻力,也提高了机器对软和破碎底板的适应性。滑行拖钩刨煤机作为一种新发展的机型,目前有为数不多的工作面使用。

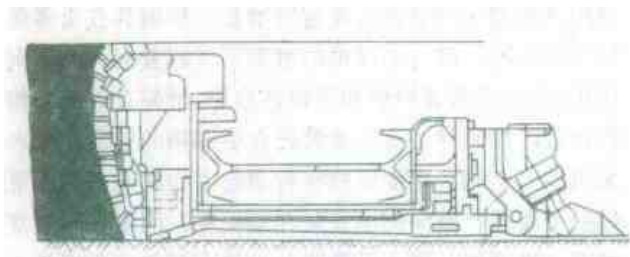


图4 滑行拖钩刨煤机横断面

按刨削速度与刮板链速度之间的关系分类,可分为低速刨煤机和高速刨煤机。低速刨煤机的刨削速度小于输送部刮板链速度,一般在 $0.4\sim 0.8\text{m/s}$,输送部刮板链的速度通常是刨削速度的 $1.5\sim 2$ 倍。早期发展的中、小功率的刨煤机多为低速刨煤机。高速刨煤机的刨削速度大于输送部刮板链速度,一般在 $1.5\sim 2.5\text{m/s}$ 。高速刨煤机的生产效率高,刨硬煤的能力强,输送部上的煤流分布比较均匀,刨链的受力相对较小。因此高速刨煤机近年来得到了较快的发展,大功率的刨煤机大都采用高速刨,且刨削速度还有不断提高的趋势。高速刨煤机刨头驱动装置的电动机大多使用双速电动机。刨削速度提高以后,为了使刨头运行至机头和机尾时安全停止和反向,在起动和制动区段采用低速运行,在工作面的正常刨煤区段则高速运行,以提高刨煤机运行的安全性。双速电动机驱动的高速刨煤机可以采用同速刨煤或双速刨煤方式。同速刨煤指刨头在正常刨煤区段上行和下行刨削速度相同。双速刨煤指刨头在正常刨煤区段上行和下行时采用不同的刨削速度,使其与刮板链速度具有不同的组合,达到速度配比更加合理,输送部上的煤流更加均匀,提高了输送部的工作效率。

简史与发展趋势 1937年德国煤矿第一次采用刨削方式进行采煤,40年代以后得到发展,前苏联、荷兰也相继研制采用刨削方式破煤的采煤机械。1954年,德国研制出第一台拖钩刨煤机。60年代末,出现了滑行刨煤机,并迅速得到发展和推广。80年代末,德国设计出滑行拖钩刨煤机。1958年中国开始研制拖钩刨煤机,60年代逐步推广使用,80年代生产出功率为 $2\times 75\text{kW}$ 的滑行刨煤机。目前中国最大的拖钩刨煤机功率为 $2\times 132\text{kW}$,最大的滑行刨煤机功率为 $2\times$

200kW 。刨煤机发展的方向主要是:①增大装机功率,现在刨煤部的功率 $2\times 200\text{kW}$ 已经相当普遍,更大的如 $2\times 315\text{kW}$,甚至 $2\times 400\text{kW}$ 也已经出现。②采用大直径刨链,随着刨煤部功率的增大,刨头的速度和牵引力也有所增大,目前采用 $\phi 30\sim \phi 34$ 直径的刨链已相当普遍, $\phi 38$ 直径的刨链已在刨煤机上采用。③采用新的过载保护技术,不仅能在刨头过载时使外载荷保持一定水平,在过载现象消除后又自动恢复原来运行状态,使刨煤机的停机率降至最低,且具备机头和机尾电动机功率自动平衡功能。④实现采煤工作面自动化和无人化,采用计算机技术、传感技术、工况自动监测、故障诊断等提高刨煤机的自动化程度。全自动刨煤机工作面设备已于1989年在美国井下使用。

(华元钦)

baomeiji zhengji shiyan

刨煤机整机试验 (testing of complete plough)

在专用的试验室或试验场中,按规定的内容和程序,对刨煤机及其附件组装成的整机,在刨削模拟煤壁的过程中,利用仪器仪表及计算机等测试设备,测录刨煤机的各项技术指标,以考核其刨削能力、装煤效果、配套性能、以及适用条件等。世界上进行刨煤机整机地面试验的国家有俄国、德国和中国。刨煤机整机试验分型式试验和研究性试验两种类型。

型式试验 凡新研制的刨煤机都要进行整机试验和检测,并作出质量评价。

试验方法 刨煤机安装铺设在模拟煤壁一侧,其铺设长度一般大于 30m 。根据被试刨煤机的设计文件要求,模拟煤壁的煤质硬度可以是一种硬度或几种硬度组成,底板硬度可以高于或低于煤壁硬度,底板形状可以是平整形或起伏形。试验时刨煤机沿模拟煤壁的长度方向进行刨煤,完成一个刨煤长度后推移输送机,使刨煤机处于新的刨煤位置。在刨煤过程中刨煤机的各项主要技术参数,通过各类传感元件把信号输入计算机系统进行处理,最后打印出数据表和绘出相关曲线。测试过程已实现自动化。试验时送试的设备有:刨煤机整机、电控箱、行程指示器等。辅助设备有:桥式转载机、带式输送机、喷雾泵站、乳化液泵站、推移装置、拉紧装置等(下页图1)。

试验内容 刨煤机整机试验有空运转试验、空载试验和刨削试验3个阶段。

(1)空运转试验。刨煤机在未接装刨链前,启动刨煤机电机,正反向各运转 0.5h ,运转应无异常声响和振动,减速器和液力偶合器各密封处应无渗漏现象。在空运转试验时,同时操作调高缸、推进缸、喷雾阀、电

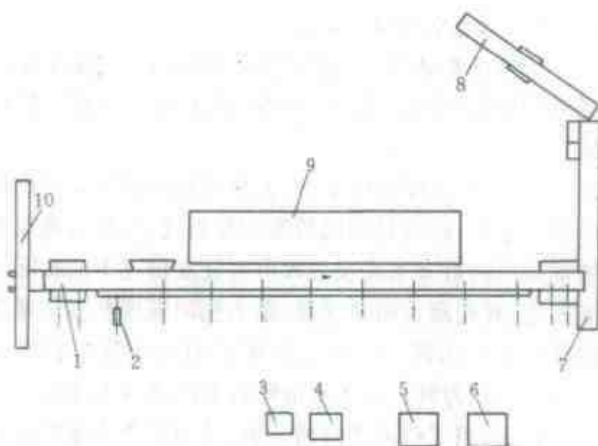


图1 刨煤机整机试验平面布置示意图

- 1—刨煤机；2—推移装置；3—行程指示器；
4—电控箱；5—乳化液泵站；6—喷雾泵站；
7—桥式转载机；8—带式输送机；
9—模拟煤壁；10—拉紧装置

控箱等操作手把和按钮，操作手把及按钮操作时动作应正确可靠，管路系统应无漏液现象。

(2) 空载试验。刨煤机装上刨链后进行下列试验内容：①配套性能试验。刨煤机在输送机直线、水平弯曲和垂直弯曲3种铺设状态下进行正反向空载运行，考核刨头、刨链和输送机中部槽、导链架或滑行架之间的配套性能，刨头在运行中应无卡滞等现象。②刨头惯性试验。刨煤机在输送机直线水平铺设状态下，刨头在达到正常运行速度时停机，测量停机后刨头的滑行距离，并根据滑行距离调整限位开关的位置。③缓冲器试验。刨头以正常的运行速度在不停机的情况下撞击缓冲器，经3次撞击后，缓冲器的压缩距离应达到设计要求。刨头离开后，缓冲器应恢复到原来位置。带有停机开关的缓冲器，其停机开关的动作应正确可靠，缓冲器缸体应无漏气和漏液现象。④紧急停机开关试验。在刨头运行过程中，操作沿输送机长度安装的各个紧急停机开关，紧急停机开关的动作应正确可靠。⑤限位开关试验。刨头正反方向运行，刨头在经过设在输送机两端的限位开关时，刨煤机能正确可靠地停机。⑥行程指示器试验。刨头在正反方向运行过程中，行程指示器应正确显示刨头的运行位置，并能在设定的刨头运行距离处自动停机。⑦剪切销剪切力试验。在机道中，人为设置阻力，刨头运行时受阻，牵引力上升直至剪切销剪断。测量剪切销剪断时的刨链拉力和电机输入功率，经计算得出剪切销剪断时的剪切力，该剪切力应在设计要求范围内。

(3) 刨削试验。是考核刨煤机主要性能的重要试验

项目，由下列试验内容组成：①刨削性能试验。在最高、中间和最低3种刨头高度情况下，每种刨削深度分别对设计文件规定的最大适应煤质硬度和中间煤质硬度的模拟煤壁进行刨削试验，每种刨削试验来回刨削3次。刨削过程中，测量电机输入功率、刨链拉力、刨削深度及推进油缸压力。②刨头调向装置性能试验。对利用底刨刀作刨头调向装置的刨煤机，把底刀调整至零位以上的最高位置，来回各刨削3次。再把底刨刀调整至零位以下最低位置，来回各刨削3次。测量刨削的总深度及最终底刨刀刀尖的水平位置。对于装有液力刨头调向机构的刨煤机，试验时把调向机构调整至刨头向上的最大设计位置，来回各刨3次。再把调向机构调整至刨头向下的最大设计位置，来回各刨削3次。测量刨削的总深度及最终底刨刀刀尖的水平位置。③推进系统性能试验。对定量推进系统的刨煤机，试验时推进缸按设计要求的刨深推进输送机，刨削一次煤壁后，测量刨削前的推进深度及刨削后的实际刨深。对定压推进系统的刨煤机，试验时按设计要求调整推进缸压力，刨削一次煤壁后，测量刨削后刨头回退距离和推进缸缸腔压力。

参数测量 主要技术参数为回采速度、电机输入功率、刨头牵引力、推移缸压力、刨削深度、刨头调向机构调向灵敏度、剪切销剪切力及装煤率。参数测量所用仪器仪表如图2所示。

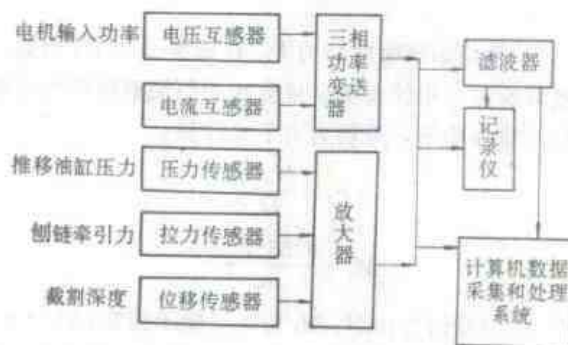


图2 测录系统方框图

(1) 回采速度 A 。是指刨煤机每分钟所能回采煤层的面积，用位移传感器测得刨削深度的平均值，回采速度 A 用下式计算：

$$A = \frac{D_s \times L}{t}$$

式中 A 为回采速度， m^2/min ； D_s 为刨削深度平均值， m ； L 为煤壁长度， m ； t 为刨煤机刨削一次煤壁长度的时间， min 。

(2) 电机输入功率 P ， kW 。是用电压互感器、电流

互感器和功率变送器测量刨煤机在空运转、空载牵引以及各种刨削工况下的两台电机输入功率,刨煤机电机输入功率 P 为两台电机输入功率之和。

(3) 刨头牵引力 F , kN。在空载牵引及刨削过程中,用特种拉力传感器两台,分别安装在刨头牵引链两侧。在刨头运行时测得刨头两端刨链的拉力 F_1 和 F_2 , F_1 为刨头前进方向前端的刨链拉力, F_2 为刨头前进方向后端的刨链拉力,刨头牵引力 $F = F_1 - F_2$ 。

(4) 推移油缸压力 P , MPa。是在各种试验工况下,通过液压力传感器测试推移缸缸腔的压力,并取其平均值。

(5) 刨削深度 D , m。在刨削试验过程中,利用量程 1m 的位移传感器数台,一端固定于输送机上并呈垂直状态,另一端固定于地面上,当推移输送机或刨头刨削过程中输送机后退时,位移传感器测录输送机的位移。刨削深度 D 由下式计算:

$$D = l_1 - l_2$$

式中 D 为刨削深度, m; l_1 为输送机推进距离, m; l_2 为输送机后退距离, m。

(6) 刨头调向机构灵敏度 k 。由下式计算:刨头向上调整时, $k = \frac{h_s - h_0}{l}$; 刨头向下调整时 $k = \frac{h_0 - h_e}{l}$; 式中 k 为灵敏度; h_e 为底刨刀在调向试验结束时的最终水平高度, cm; h_0 为底刨刀在调向试验前的初始水平高度, cm; l 为调向试验过程中刨头推进的总长度, cm。

(7) 剪切销破断剪切力 F_r 。在试验过程中,当剪切销被剪断时,用仪表测录被剪断的剪切销所在传动部电机的输入功率,剪切力由下式计算:

$$F_r = \frac{M_e i \eta_k}{D_r}$$

$$M_e = \frac{9.555 P_e \eta_e}{n_e}$$

式中 F_r 为剪切力, kN; M_e 为电机输出扭矩, kN·m; i 为减速箱传动比; η_k 为减速箱(包括液力耦合器)的总效率; D_r 为剪切销剪切槽在链轮上的设计直径, m; P_e 为电机输入功率, kW; η_e 为电机效率; n_e 为电机转速, r/min。

(8) 装煤率 K 的测量。装煤率 K 是指刨煤机刨煤过程中,装入输送机上的煤量占刨落煤量的百分比,装煤率 K 由下式计算:

$$K = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$$

$$W_1 = 2H_s D Y$$

式中 W_1 为 2m 长度的刨落量, t; W_2 为 2m 长度机道中的余煤量, t; H_s 为刨煤高度, D 为刨削深度, m;

γ 为模拟煤壁的密度, t/m³。

试验结果评价 试验结果评价是对经过整机型式试验后的刨煤机的技术总结,它由以下主要内容组成:

(1) 回采速度的评价。回采速度是衡量刨煤机性能的重要指标,经过对测试数据的分析统计,最后确定在该刨煤机的最大采高及最大可刨硬度情况下的实际回采速度,并和理论回采速度(最大刨削深度和刨头速度的乘积)相比较。世界上刨煤机的回采速度指标以 3.5m²/min 为界,大于该指标的为高效回采速度。

(2) 适用工作面条件的评价。适用工作面条件是评价被试刨煤机推广使用前景的依据,它包括最大可刨煤层硬度、最大和最小采高、煤层倾角、底板硬度等。通过对测试数据的分析,编制出煤层硬度、采高、回采速度和功率的曲线,确定该刨煤机的最佳使用工作面条件。

(3) 刨头调向机构灵敏度的评价。刨头调向机构灵敏度是反映刨煤机在回采过程中,刨头沿工作面走向方向上倾或下倾的自控能力。灵敏度 k 值越大说明刨头调向效率越高。当 k 值等于零或负值时说明调向机构失效,该刨煤机在处理刨头方向时需采用机外的其他措施,从而影响刨煤机的回采速度,并失去与液压支架配套成综采设备的条件。

(4) 空载牵引功率的评价。空载牵引功率的大小反映了刨煤机传动部件、刨头和导向装置、刨链和导链架的设计和制造质量,对拖钩刨煤机其空载牵引功率应低于额定功率的 40%,对滑行刨煤机应低于额定功率的 30%。

(5) 输送机的利用率评价。输送机的利用率是反映刨头速度和输送机刮板链速之间的匹配是否合理。刨头速度分低速(刨头速度低于刮板链速)和高速(刨头速度高于刮板链速)两种,因此有单向刨煤一次装运、双向刨煤一次装运、双向刨煤两次装运和双向刨煤 3 次装运 4 种刨煤方式。根据刨煤机的截割深度、刨头速度、刮板链速度及输送机的装运能力,确定采取何种刨煤方式对输送机具有更高的利用率。

(6) 通过对被试刨煤机上述性能指标的评价最后确定该刨煤机能否下井并进行工业性试验的结论。

研究性试验 刨煤机的研究内容均为提高其回采速度和扩大使用范围这两个主题进行的。在新型刨煤机的研制过程中,对新的刨煤理论、新结构的设计以及新材料的采用等,都需要进行研究性试验,以证实其可行性。例如,为了提高刨削硬煤能力,采用高压水射流协助刨煤的方式的试验;刨刀刨削各类煤质的最佳几何形状的试验;刨刀新硬质合金的耐磨性试验;刨刀排

列方式对落煤性能和功率消耗的试验等。

(侯瑛均)

baotou

刨头 (plough head) 用来破煤和装煤的刨煤机工作机构。刨头由刨链曳引,以输送部的中部槽(拖钩刨煤机和滑行拖钩刨煤机)或以滑架(滑行刨煤机)为导轨沿煤壁往返运动,并由安装在刨头上的刨刀刨削煤壁。刨落下来的煤经刨体上的犁形斜面装入刨煤机输送部。刨头工作状态对刨煤机运行有重要影响,故应具有良好的性能,包括刨刀排列合理,更换方便;底刀能够调节,刨深可调;刨头高度能方便地进行调整;装煤阻力小,效果好;工作稳定性好。

基本结构 由刨体、让刀机构、底刀调整机构、加高块、支撑门架、刀架和刨刀等组成。

刨体 刨头的基体,用来安装刨头上的其它元部件,一般为铸钢件或焊接件。左右两侧有斜面,用于装煤。刨体有导向滑槽,以便沿导向装置正确运行。刨体结构形式有底部带拖板和底部不带拖板两种。①带拖板的刨体(图1)用于拖钩刨煤机和滑行拖钩刨煤机,拖板与位于采空侧的刨链相联结,传递牵引力,并使刨头运行时具有较好的稳定性。②不带拖板的刨体(图2)用于滑行刨煤机,以安装在输送部靠煤壁侧的滑架导向。刨体通过接链座与刨链相联,有链窝式和挂钩式两种联接方式。

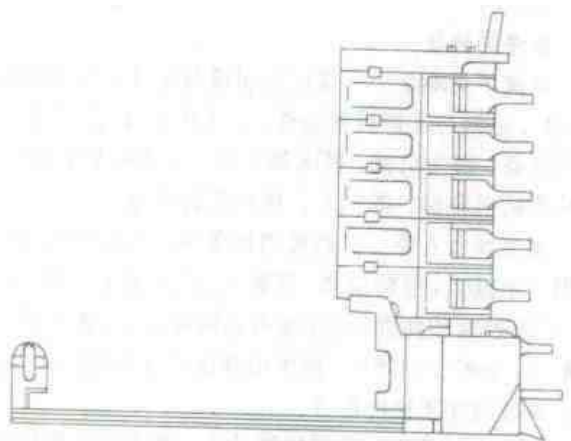


图1 带拖板的刨体

让刀机构 使刨头非工作侧的刨刀在刨头运行时脱离煤壁的装置。用来减小非工作侧刨刀的磨损和刨头的运行阻力,有强制式和非强制式两种。①强制式让刀机构有直接由刨链牵引力来控制让刀,和由工作侧刨刀所承受的煤壁反力来迫使非工作侧刨刀脱离煤壁

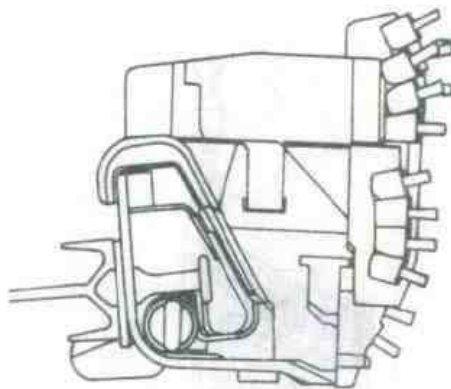


图2 不带拖板的刨体

进行让刀两种方式。②非强制式让刀是依靠煤壁反力,使非工作侧的刨刀自行脱离煤壁。

底刀调整机构 调整底刨刀的工作位置,以控制刨头刨煤时可能出现的“上飘”或“下扎”现象。通常刨头的底刀有三至四个基本刀位,根据刨头在运行中出现的不同情况,利用调整机构将底刀调整至所需的工作位置,同时配合操作刨头调向装置,使刨煤机保持沿煤层底板向前推进。底刀调整机构常用凸轮机构来控制底刀的刀位。

加高块 用来改变刨头的高度,以适应刨煤机开采不同厚度煤层的需要。加高块常有几种不同规格的厚度,根据需要在刨头上增加一块或几块加高块。

支撑门架 增加刨头运行稳定性的装置,通常仅用于滑行刨煤机。当刨头达到一定高度后,煤壁对刨头在刨煤过程中的合力作用点将会提高;或者当煤层硬度较大时,煤壁对刨头在刨煤过程中的反作用力增加,都会使刨头的后倾量增加,从而降低刨头刨煤时的稳定性,此时需要增设支撑门架。支撑门架的一侧与刨头相联,另一侧支承在输送部采空侧的导轨上,并随刨头一起在导轨上滑行。

刀架 用来焊接安装刨刀的刀座,有底刀架、顶刀架和回转刀架三种。

刨刀 刨头上的刨煤刀具,安装在焊于刀架上的刀座内。按刨刀在刨头上的位置分为底刀、腰刀、顶刀。底刀刨削煤层底部的煤,并且能协助控制刨头的运行状态。滑行刨煤机和滑行拖钩刨煤机的底刀还起控制刨深的作用,调换不同宽度的底刀,可获得不同的刨深。刨头上底刀和顶刀之间和区段安装腰刀,用于刨落煤壁上对应区段的煤。腰刀有长短之分,通过适当的位置排列,还能预先掏槽增加破煤自由面,起到减小刨削阻力的作用。顶刀安装在刨头的顶部,刨落煤层上部的

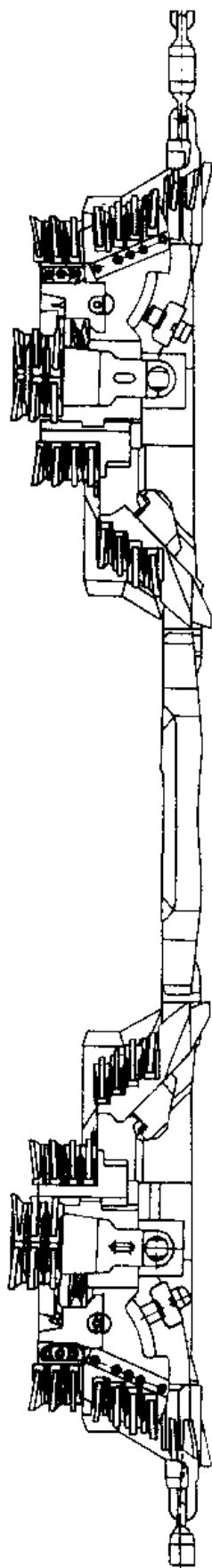


图 3 双刨头

煤。按结构形式分,顶刨刀有单向刀和双向刀两种。单向刀只有一个切削刃,用于单向刨削;双向刀有两个方向相反的切削刃,能用于双向刨削。按刨刀切削刃材料分,有堆焊碳化钨刀具和镶嵌硬质合金刀具两种。堆焊碳化钨的切削刃磨损后可以修补。

分类 按刨头数量分,有单刨头和双刨头两种。单刨头的结构左右对称,刨煤时,刨头的一次推进量即为刨刀的刨深,刨刀受力较大,但刨头长度短、结构紧凑、功率消耗比较小,双刨头由两个单刨头组成(图3),彼此用联接件相联,每个刨头左右不完全对称,刨煤时,刨头的一次推进量以两个较小的刨深分配给两个刨头,使每把刨刀的受力减小,双刨头运行的稳定性较好,一般在大功率刨煤机上采用,刨削硬度较大的煤层。

(华元钦)

beijian guanli

备件管理 (spare parts management) 对备件的生产、订货、供应、储备、回收、修复等进行的组织与管理工作。在修理设备时,用新的或修复的零件更换磨损超限或损坏了的零件叫配件;为缩短设备修理停歇时间,在备件库内储备的配件叫备件。备件的作用是保证设备能及时修复,使其经常处于良好技术状态,备件管理目的是供应及时,缩短设备检修占用时间,在保证设备维修需要的基础上,减少储备资金,加速资金周转。

备件的分类

按设备类别分 ①煤矿专用设备备件,包括煤矿采、掘、运输与支护设备备件。②工矿备件,包括矿山重型设备、通用机械、机床等备件。③铁路专用备件;④地质钻机备件。⑤汽车、拖拉机备件等。

按消耗特点分 ①经常消耗备件,指易损配件和使用一年以上,但数量多、用量大、经常交叉更换的配件;②不经常消耗件,指使用寿命两年以上,消耗较少的配件;③极少消耗件,指使用寿命不低于主机,只在发生事故时才更换的配件。

按储备构成分 ①周转储备件,指前后两批供应间隔期,生产正常需要而储备的经常变量的备件;②保险储备件,指为防止因正常供应延误和生产中出现特殊情况受影响而储备的经常不变量的备件;③特准储备件。指对加工周期长、工艺复杂、平时不易损坏的大型关键性备件。

备件的储备 备件储备的范围和数量主要根据维修工作实际需要决定,统计分析每种备件消耗量是备件储备的基础。

备件储备范围 ①使用寿命不超过修理间隔期的全部易损零件；②使用寿命大于修理间隔期，但在设备上零件安装数量多或同型设备很多而且大量消耗的易损件；③大型、复杂的锻、铸件和某些必要的普通锻、铸件；④所有重、专、精和关键设备的全部配件；⑤生产周期长的零件和外协件；⑥外购件和标准件。

储备的形式 ①成品储备，即在装配时不需要任何加工的成品件；②半成品储备，备件留有一定的加工余量，修理时进行修配或作尺寸链的补偿；③毛坯储备，指铸、锻件或其它特殊材料件；④成套储备，如传动副；⑤部件储备，指同型号设备的某些部件和标准化通用的某些部件。

备件储备量 以设备的零件使用量和平均消耗量为依据，按零件磨损规律和使用寿命，结合备件制造（或订货）周期，经济合理地制订备件储备定额，既满足生产维修需要又不积压资金。备件储备量可按下列经验公式计算：

$$\text{对经常消耗备件 } Q_1 = k \cdot q \cdot d_n$$

$$\text{对不经常消耗备件 } Q_2 = \frac{1}{m_1} \cdot n_1 \cdot n_2 \cdot k_1 \cdot k_2$$

$$\text{对极少消耗备件 } Q_3 = \frac{1}{m_2} \cdot n_1 \cdot n_2 \cdot k_1 \cdot k_3$$

式中 $Q_1 \cdot Q_2 \cdot Q_3$ 为相应条件下的备件储备量； k 为保险系数 $k=1.2 \sim 1.5$ ； q 为平均每日需用量，按全年需用量除以 360d； d_n 为合理储备天数，按统计资料加权平均计算供应间隔天数； n_1 为主机台数； n_2 为每台主机上相同配件的件数； k_1 为台件增多调整系数； k_2, k_3 为相应条件下的主机增多调整系数； m_1, m_2 为相应条件下的备件使用期限（月）、（年）； k_1, k_2, k_3 值见下表。

n_1	1~5	6~10	11~15	16~20	21~25	26~30	31~50	50 以上
k_2	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.2
k_3	1.0	0.3	0.2~0.17	0.15~0.11				
n_2	1	2	3~4	5~6	7~8	9~10	10 以上	
k_1	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	

ABC 分类控制法 用价值工程原理，发挥资金效用，即用较少的资金起到同样作用，将品种繁多的备件，根据其重要程度、消耗大小、价值高低、占用资金多少、订货难度等分成 A、B、C 三类。将重要、消耗

量大、价值高、占用资金较多、订货较难的备件列为 A 类备件，实行重点控制；将消耗量不大，不很重要、价值较低、占用资金较少、订货较容易的一般备件、列为 C 类备件，进行简单控制；介于 A、C 类中间的备件，列为 B 类备件，进行一般控制。区别不同情况，实行分类控制的办法，能加强对重点备件管理，保证设备维修需要。降低储备资金，提高备件管理工作效率。

备件的日常管理

计划与选购 备件计划是组织备件供应和生产的主要依据，编制备件计划要根据各基层单位提出日常维修和大、中修计划用备件和补充库存量（达到最小储备量），结合备件消耗定额和历年实际消耗进行综合比较，编制出本企业自制备件计划、外购备件（包括大型锻、铸件）计划。自制备件由企业自行安排。外购件（包括大型锻、铸件）供应渠道较复杂，有的需向供应主管部门提报申请，参加订货会集中订货；有的就地供应；有的向制造厂直接订货。

仓库管理 包括备件验收、保管和收发。到货验收时要核对备件名称、规格和数量，办理入库手续。备件入库后要按设备系统分类保管并采取措施防止锈蚀；收发管理制度要健全、作到帐、卡、物相符。

技术管理 由于设备改进造成不能使用的备件和回收的旧备件应进行技术鉴定，经采用电镀、喷涂、刷镀等工艺能修复或改制的备件尽量加以利用。同时要研究配件寿命问题，不断地采用新技术、新工艺、新材料对配件进行改进，并不断地分析配件磨损情况，寻求强化途径，延长配件使用时间，降低备件消耗；为降低备件成本应组织备件专业化协作，促进备件标准化和引进备件国产化；为提高备件管理效率开发备件管理软件，使用计算机对备件进行管理。

备件工作主要考核指标

$$\text{备件品种周转率} = \frac{\text{月消耗备件品种数量}}{\text{库存备件品种数总计}} \times 100\%$$

$$\text{备件件数周转率} = \frac{\text{月消耗备件件数}}{\text{库存备件件数总计}} \times 100\%$$

$$\text{备件资金周转率} = \frac{\text{月消耗备件费用}}{\text{库存备件总金额}} \times 100\%$$

（尤家斌）

benan tongxin xinhao ji

本安通信信号机 (I. S. communication and signaling unit) 有本质安全特性，将通信、信号合为一体，作为井下信号联络并辅以语言通信的装置。

20 世纪 70 年代前，中国矿井信号联络多采用防爆电铃，用于竖井、斜井、胶带运输、采面回柱、绞车

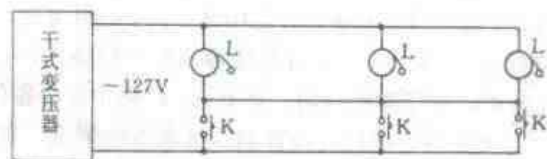


图1 防爆电铃示意图

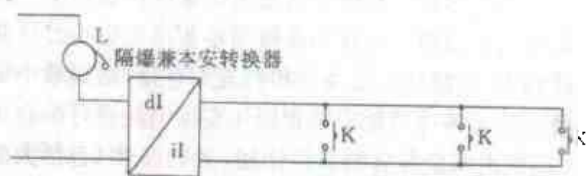


图2 本安信号器示意图

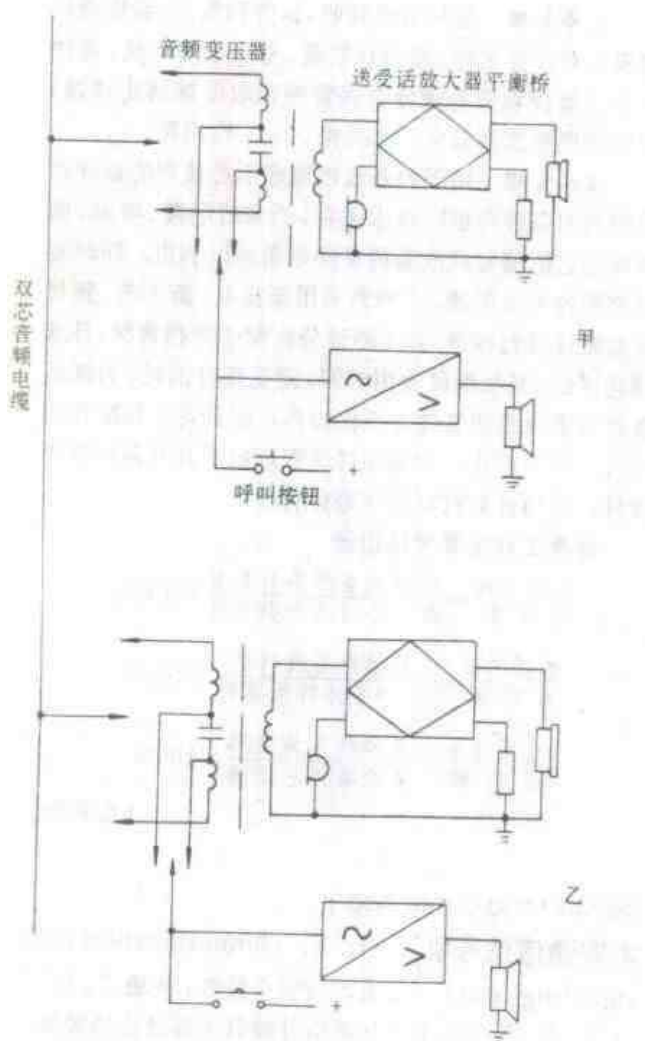


图3 本安通信信号机电气框图

等场合,其布置如图1所示。

因信号线电缆芯线较细,常因片帮冒顶等原因碰断,其安全性能得不到保证。70年代初,出现多点对一点的本安信号器(图2)。K通过电缆接于本安侧,L接隔爆侧。本安开关K可以放置在矿井巷道的任一位置,如欲打点,只需按K即可,上述操作形成多点对一点,但反向打点尚再需一套相同设备,使成本提高。

80年代初便出现将通信、信号合为一体的通信信号机,系统布置如图3所示。甲装置信号按钮按下之后,直流馈入各信号机,信号发生器工作,驱动放大器,喇叭就发出打点信号。

在多设备之间的信号联络时,难以区分发信号者。80年代以后产生扩播选点信号机,只须按数字键,则相应的信号机就会发出声光报警信号,扩播选点信号机兼容通信信号机的功能。图4(见下页)为扩播选点信号机布置图与电气框图。

主要技术参数:

供电	6V~12V
守机电流	≤0.1mA
扩音广播 不失真功率	≤1W
联网性能	
容量 普通用户	12门
特殊用户	3门
	(郭成伟)

benzhi anquanxing dianqi shebei

本质安全型电气设备 (category of intrinsically safe) (见安全卷)。

bihouchongtian shebei

壁后充填设备 (stowing equipment) 将速凝充填料经管道压送并充填至巷道支架壁后的机械设备。按壁后充填工艺和充填性质的不同,可分为干式充填设备和湿式充填设备。

干式充填设备 以压缩空气为动力,经管道输送干的充填料,在管道出口处与喷水环喷出的水均匀混合后再喷向支架壁后空间的设备。它对充填料要求不高,可使用粒状物料,充填作业完成后,充填管内可排空,不需用水刷洗,但粉尘大,管道易磨损。干式充填设备按结构可分为滚筒式风力充填机和罐式充填机两种。

(1)滚筒式风力充填机。采用滚筒喂料的干式充填机。由供风装置、喂料机构、控制装置和底盘等组成。喂料机构由电动机通过减速器驱动,依靠均匀分布在

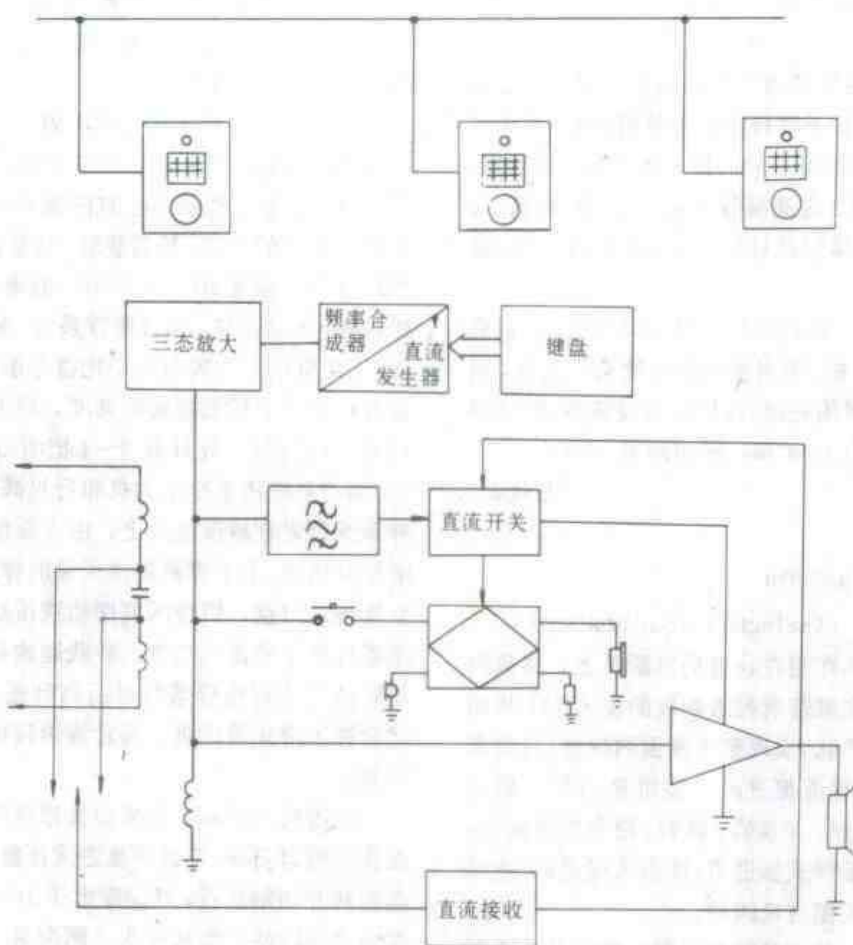


图4 扩播选点信号机布置与电气框图

滚筒上的叶片实现均匀喂料，充填料由压缩空气经管道输送至出料口与水均匀混合后喷出。充填能力 $15\text{m}^3/\text{h}$ ，输送距离 300m 。

(2) 罐式充填机。采用罐体搅拌充填料的干式充填机。由罐体、沸腾膜、车盘、管道、喷头等组成。罐体下部和气室之间隔有一层沸腾膜，通入压缩空气后，沸腾膜使罐内部形成气垫层，使罐体内的充填料局部沸腾搅拌，在稳流器作用下通过管道进入出料口加水喷出。罐式充填机不能连续作业，因此需避免充填料长距离管道输送，但它动力单一，且采用密封罐体，工作时无粉尘。充填能力 $12\text{m}^3/\text{h}$ ，输送距离 9m 。

湿式充填设备 充填料和水均匀混合后再进行充填的设备。混合充填料由挤压产生的推力或利用压缩空气经管道输送至支架壁后空间。湿式充填设备充填时管道磨损小，但对材料要求高，充填能力和输送距离不及干式充填设备，作业完成后管道需用水清洗，易污染作业环境。湿式充填设备可分为液压往复式充填泵、螺旋挤压式充填泵、软管挤压式充填泵、莫诺泵、浇灌

机等。

(1) 液压往复式充填泵。利用往复运动的液压缸吸排料的充填泵。由液压泵站、上料机构、泵送机构和底盘等组成。泵送机构由一对往复运动的液压缸、料斗、分配阀、水密封箱、充填料缸、摆动液压缸等组成。利用一对往复运动的液压缸带动一对充填料缸往复运动，交替地从料斗中吸入充填料并经分配阀排出。分配阀在摆动液压缸的作用下，与充填料缸同步运动，从而交替地打开两个充填料缸的出口，使充填料缸在吸料时阀门关闭，排料时阀门打开，充填料即直接进入输送管道。充填能力 $3\sim 6\text{m}^3/\text{h}$ ，输送距离 100m 。

(2) 螺旋挤压式充填泵。利用螺旋旋转推进排出充填料的充填泵。该泵结构简单，但挤压力小，输送距离短。

(3) 软管挤压式充填泵。利用挤压软管吸排料的充填泵。由料斗、泵体、驱动装置、挤压胶管、滚轮等组成。利用驱动装置带动滚轮旋转，滚轮碾压挤压胶管实现吸排料。该泵体积小，移动方便，但挤压胶管磨损严

重、挤压力小,输送距离短。充填能力 $2.7 \sim 4.5 \text{ m}^3/\text{h}$, 输送距离 50m。

(4) 莫诺泵。利用气动透平机经减速器驱动安装在定子中的转子,通过转子旋转排出充填料的泵。莫诺泵有一套供料系统,由料车、分离器、缓冲箱、振动筛,给料漏斗、喷水装置、过滤筛等组成。该泵结构简单,易损件少,但只能充填粉状材料。充填能力 $14 \text{ m}^3/\text{h}$, 输送距离 50m。

(5) 浇灌机。采用自卸拌合喷射的浇灌机。由定量容器、自卸拌合喷射机、喷射操纵器和喷头等组成,用于充填化学浆液以封闭巷道。该机附属设备少,但充填体强度低。充填能力 $10 \text{ m}^3/\text{h}$, 输送距离 200m。

(赵继云)

bufen duanmian juejinji

部分断面掘进机 (selective roadheader)

截割工作机构的刀具作用在巷道局部断面上,靠截割工作机构的摆动依次破落所掘进断面的煤(岩),从而掘进出所需断面的形状,实现整个断面的掘进,且具有装载及行走功能的巷道掘进机。装机总功率一般为 $36 \sim 160 \text{ kW}$,适用于煤、半煤岩、软岩、硬岩巷道掘进。按工作机构可分为悬臂式掘进机、冲击式掘进机、连续采煤机和圆盘滚刀式掘进机四种。

悬臂式掘进机 装有悬臂和截割头的部分断面掘进机(见悬臂式掘进机)。

冲击式掘进机 以安装在臂杆前端的冲击器,冲击碎落岩(煤)并通过臂杆上、下、左、右摆动,实现整个断面的掘进的部分断面掘进机(见冲击式掘进机)。

连续采煤机 利用摇臂滚筒式截割机构破煤,将剥落的煤装载、输送到机后转运设备中的采煤或掘进的机械(见连续采煤机)。

圆盘滚刀式掘进机 利用周边装有多把盘形滚刀的旋转刀盘切割岩石的部分断面掘进机。旋转刀盘依靠推进液压缸、摆动液压缸的轴向伸缩及左右摆动实现整个断面的切割,具有装载、转载及行走功能,适用于单轴抗压强度 $200 \sim 350 \text{ MPa}$ 的硬岩巷道。该机由工作机构、传动系统、支撑摆臂系统、装载运输系统等组成。工作机构周边装有若干把盘形滚刀的薄形圆盘。圆盘直径略小于所掘断面的高度,滚刀沿迎头呈螺旋线移动,切割时一般只有 $3 \sim 4$ 把滚刀同时接触岩石破岩。传动系统由水冷电动机和行星减速器组成。支撑摆臂系统设置在履带机架上,由支撑推进液压缸及摆臂液压缸组成。上下撑靴提供可靠的撑紧力,推进液压缸直接推进刀盘,机身两侧摆动液压缸控制刀盘左右摆动实现整个断面的切割。装载运输系统的刀盘上装有加固的叶片可将碎落的岩石刮到掘进机前部铲板上,然后进入带式输送机,将岩渣送到机后升高的卸载端卸载。

掘进机工作时,首先由支撑系统将上下撑靴撑紧在顶底板岩石间,刀盘由推进液压缸推进接触岩石,刀盘旋转并切割岩石,其深度大于 100 mm 时,机身两侧摆动液压缸使刀盘从迎头一侧向另一侧摆动,这样重复往返直到推进液压缸行程终了。然后撤回上下支撑液压缸,并回收推进液压缸全部行程,掘进机由履带带动向前移动,进行下一个循环。

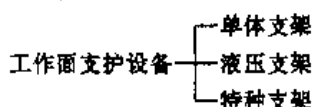
(袁企棠)

C

caimei gongzuomian zhihu shebei

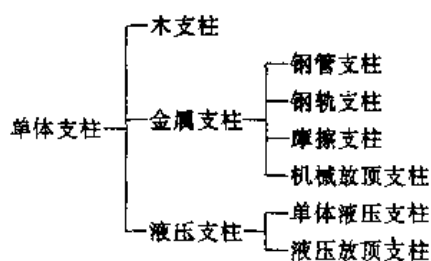
采煤工作面支护设备 (coalface supporting equipment) 支撑和维护采煤工作面控顶区顶板；为采煤创造安全作业空间的设备。

分类 按结构特点和支护方式不同分类如下：



单体支架：由单体支柱与顶梁组成的支护设备。

单体支柱，支撑于顶板或顶梁和底板之间的单根杆状构件。按材质和结构分类如下：

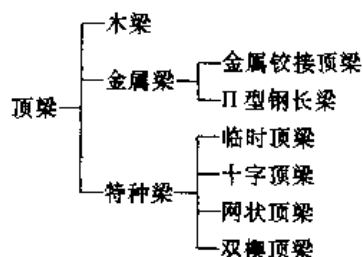


木支柱：用木材做成的支柱。

金属支柱：用金属材料做成的支柱。

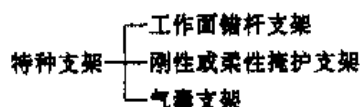
液压支柱：利用液体压力产生工作阻力并实现升柱和卸载的可缩性支柱（见单体液压支柱）。

顶梁：直接与顶板接触并起护顶作用的承载构件。按材质和结构分类如下：



液压支架，以液压为动力实现升降、前移等运动，既能支撑又能维护顶板的支护设备，为采煤工作面综合机械化的主要设备（见液压支架）。

特种支架按结构、功能等因素分类如下：



工作面锚杆支架，在采煤工作面用锚杆锚固围岩，保障安全作业空间的支架。用于房柱式采煤工作面（见锚杆支护设备）。

柔性或刚性掩护支架：用钢绳将钢梁或木梁连结在一起，在急倾斜煤层采煤工作面中用以掩护工作空间和隔离采空区的帘式柔性支护结构物。它能在自重和上部垮落岩石压力推动下移动。

气囊支架，又称气垛支架，是用橡胶等弹性材料制成的囊状封闭软包，充入压缩空气后软包膨胀以支撑顶底板和隔离采空区的支护构筑物（见气囊支架）。

常用支护设备特性 单体支柱和液压支架是工作面常用的支护设备，按工作特性分为刚性、增阻可缩性和恒阻可缩性三种。

刚性支柱 受载过程中不可缩或可缩性很小的支柱。随着顶板下沉，作用在支柱的上的载荷会快速增加直至支柱破坏，如木支柱、钢管支柱。刚性支柱属被动支护，只有顶板下沉时支柱方起作用，不能很好地抑制顶板离层和下沉，在顶板岩石内易引起过大集中载荷，破坏顶板完整性，是一种原始的支护手段。

增阻支柱（支架） 受载过程中支护阻力随顶板下沉而增加的可缩性支柱（支架），如摩擦支柱。增阻支柱虽也属被动支护，但工作特性和支护效果均优于刚性支柱。

恒阻支柱（支架） 受载达工作阻力后，压缩量增加，工作阻力基本保持恒定的可缩性支柱（支架），如液压支架、单体液压支柱、液压切顶支柱等。这类支柱（支架）具有较理想的工作特性和性能，为世界各国广泛应用。

主要技术参数

工作阻力 又称“额定工作阻力”。支架正常工作时，对顶板能产生的最大支护阻力。工作阻力应该与顶、底板条件相适应，并保证经济合理。工作阻力过低

会使顶板下沉量加大,顶板状况恶化;工作阻力过大不仅技术经济不合理,而且支架(支柱)可能压入顶、底板,不利于顶板管理。

支护阻力 又称支撑力。支架(支柱)在支护区域内实际对顶、底板产生的阻力的泛称。是初撑力、工作阻力和时间加权平均工作阻力的统称。根据对支护阻力的观测,确定工作面老顶初次来压和周期来压步距和强度,掌握工作面矿压规律,为选定合理的支护设备提供依据。

初撑力 支架或支柱支设时施于顶板的支护阻力。摩擦支柱初撑力由升柱工具确定,单体液压支柱初撑力由泵站压力与油缸直径决定,液压支架初撑力除泵压和缸径外还与架型和立柱数量等有关。实际初撑力也与供液系统、初撑时间等有关。任何型式的支架(支柱)都必须具有一定的初撑力,以便压缩浮煤、浮矸等中介介质,增加支架—围岩力学系统的刚度,使支架(支柱)能及早主动发挥支承作用。

支护强度 支架对单位控顶面积顶板提供的工作阻力,单位为 kN/m^2 。

可缩性 支架(支柱)承受顶板压力时,高度方向具有缩短和让压的性能。足够的可缩性是防止支架损坏和控制顶板的必要措施。

压力与时间特性 在一个采煤循环过程中支护阻力与循环时间的关系。支架(支柱)实际支撑力随时间而变化,即使具有恒阻特性的支架(支柱),工作过程中也可能出现急增阻、微增阻、恒阻及增阻、恒阻混合型等多种特性。

端面距 曾称“梁端距”。采煤工作面支架顶梁前端到煤壁之间的距离。这是考核支架对输送机道上方顶板支护性能的重要指标。控制输送机道上方顶板有效方法是减少端面距,尽可能靠近煤壁支撑顶板。

简史与发展趋势 采煤历史表明,工作面支护设备是随采煤工艺的革新和技术水平的提高而不断发展的。采煤工作面支护设备大体经历木支柱—摩擦支柱—单体液压支柱—液压支架四个发展阶段。本世纪40年代前,欧洲各主要采煤国家以木支柱为主,40年代至50年代中期主要使用摩擦支柱,60年代前后单体液压支柱获得很大发展,70年代以来采煤工作面大都使用液压支架。中国采煤工作面支护设备的发展与欧洲各国相似,60年代以前主要为木支柱,60年代中期至80年代初以摩擦支柱为主,90年代前后中国大、中型重点煤矿采煤工作面支护已实现液压化,单体液压支柱、液压支架已替代摩擦支柱。随着液压支架使用范围的扩大和煤矿经济实力的增强,中国液压支架也将逐步替代单体液压支柱。美国和澳大利亚房柱式采煤

工作面广泛使用锚杆支架,80年代以来,随着长壁开采的发展,液压支架也在这些国家得到广泛应用。

(叶道一)

caimeiji

采煤机 (coal winning machine) 在长壁采煤工作面,以工作机构把煤从煤体上破落下来(破煤)并装入工作面输送机(装煤)的采煤机械。采煤机按调定的牵引速度行走(牵引),使破煤和装煤工序能够连续不断地进行。它是实现采煤工作机械化和现代化的重要设备之一。

基本结构 采煤机一般由截割部、装载部、行走部(牵引部)、电动机、操作控制系统和辅助装置等部分组成。

截割部 工作机构及其机械传动或驱动装置的总称。当截割部由专用电动机驱动时,截割部也包括截割电动机。工作机构是直接实现截割、破碎等主要功能的部件。其上装有截齿,截齿将煤从煤体上破落下来。有些采煤机的工作机构为了形成所要求的截割断面形状,除了一个主要工作机构外,还有一个或几个辅助工作机构。工作机构往往兼有把破落下来的煤块装入工作面输送机的功能,使用这类工作机构的采煤机就不再需要单独的装载部。机械传动装置用来将动力传输给工作机构,以满足其运动方式、运动方向和截割速度大小的要求。机械传动装置通常采用齿轮传动,一般在使用过程中不能变速,但备有专门的换速齿轮副,供安装时更换,以满足截割速度的要求。机械传动装置根据结构需要可由一个或多个箱体组成。

装载部 把工作机构破落下来的煤块装入工作面输送机的部件。在工作机构不能兼有装煤功能的情况下,设置独立的装载部。装载部一般包括装载机构和机械传动装置。当装载部有专用的电动机时,也包括装载电动机。装载机构也可以由截割部的机械传动装置驱动。

行走部 又称牵引部,行走(牵引)机构及其驱动装置的总称。行走机构又称牵引机构,是行走部的执行机构。它的结构形式主要有钢丝绳—卷筒、钢丝绳—摩擦卷筒、牵引链—链轮和无链牵引行走轮—行走轮四种。前两种使用于早期的采煤机,牵引力小,牵引速度低,使用寿命短,安全性差。现代采煤机都采用无链牵引。行走驱动装置包括调速系统和机械传动装置。调速系统用来调节牵引速度和变换牵引方向,有机械调速、液压调速和电气调速三种。机械调速以机械方式来实现调速,如棘轮插爪传动,摩擦片脉动传动等。它常和机械传动装置结合在一起,其输出轴的转速往往是不均匀的,这种调速方式仅在早期的采煤机上使用。液压调速以液压传动方式来实现调速,如变量泵—定量

马达、变量泵—变量马达传动等。电气调速以电气调速传动方式来实现调速,如直流调速传动和交流变频调速传动等。液压调速和电气调速都是无级调速,调速系统一般是独立的。现代采煤机都采用电气调速系统。

电动机 整台采煤机的几个主要部件共用一台电动机驱动时,电动机才成为采煤机的主要独立部件,该电动机往往称为主电动机。主电动机一般是两端都有输出轴,一端驱动截割部,另一端驱动行走部,外形呈箱形结构,用紧固螺栓与相邻部件连接形成采煤机的机身部分。电动机必须防爆。现代采煤机的电动机都是水冷式,多数采用定子水冷方式。

操作控制系统 操作控制采煤机的电源(动力源)和工况状态的系统。按系统的工作原理分为机械控制、液压控制和电气控制三种。按控制方式分为就机控制、直视遥控和巷道控制三种。

辅助装置 不同结构型式的采煤机需要配置各种相应的辅助装置。常用的辅助装置有:降(集)尘系统;供电电缆和供水管的拖缆装置;各种安全保护装置等。

主要技术参数

电动机功率 指截割电动机(主电动机)的单台额定功率。在多台电动机驱动时,各台电动机额定功率之和称总装机功率。

截割高度 采煤机工作机构工作时在工作面底板以上形成空间的高度。在结构上允许达到的极限高度称为最大截割高度,是决定采煤工作面开采高度的重要参数。

机面高度 位于支护顶梁下方的采煤机机身上表面离工作面底板的高度。它决定了采煤工作面的最低开采高度。

截深 采煤机工作机构每次切入煤体内的深度。

截割速度 截齿齿尖运动的线速度(不考虑牵引速度和工作机构摆动速度的影响)。截割速度影响到每个截齿的切削深度、破落煤的块率、截齿的发热和磨损、粉尘的生成和飞扬、截割坚硬岩石时的火花生成等。

牵引速度 又称行走速度。采煤机整机沿长壁采煤工作面牵引(行走)方向运动的线速度。在采煤工作过程中,需要根据被破落煤的截割阻抗(以标准截齿按规定方法截煤时,单位切削深度所对应的截割阻力。)和工况条件的变化,经常调整牵引速度的大小。采煤机往往还需要在不割煤状态下以较高的速度移动其在工作面的位置,这种速度称为调动牵引速度。各种采煤机所具有的工作牵引速度和调动牵引速度的额定值往往简称为牵引速度和调动速度。

牵引力 又称行走力,驱动采煤机行走的力。需克

服牵引(行走)方向上的各种阻力。采煤工作时的牵引力较大,调动时的牵引力较小。各种采煤机所具有的牵引力额定值往往简称为牵引力。

下切深度 采煤机工作机构在结构上允许下切到工作面底板以下的最大深度。在采煤工作面底板起伏不平或在采煤工作面两端骑踏面升高时,采煤机必须有足够的下切深度才能避免连续上飘现象的发生。

过煤高度 骑槽式采煤机机身下部与配套刮板输送机中部槽中板间的最大空间高度。它标志着机身下通过煤量和大块煤(岩)的能力。

分类 采煤机的分类方法很多,一般按工作机构的工作原理和结构形式、适用的煤层厚度、煤层倾角进行分类。

按工作机构的工作原理和结构形式分类 可分为截框式、滚筒式、立滚筒和钻削式四种。目前,狭义的采煤机仅指使用最广、数量最多的滚筒采煤机。

(1)截框式采煤机。以框形截盘为工作机构的采煤机(见截框式采煤机)。

(2)滚筒采煤机。以绕水平轴线转动的截割滚筒为工作机构的采煤机(见滚筒采煤机)。

(3)立滚筒采煤机。以绕垂直轴线转动的滚筒为工作机构的采煤机(见立滚筒采煤机)。

(4)钻削式采煤机 以钻削头为主要工作机构的采煤机(见钻削式采煤机)。

按适用的煤层厚度分类 可分为极薄、薄、中厚和厚煤层采煤机四种。极薄煤层采煤机适用开采最小煤层厚度 0.8m 以下的煤层,由于设计难度大,生产能力低,所以品种和数量都很少;薄煤层采煤机适用于开采最小煤层厚度 1.3m 以下的煤层;中厚煤层采煤机适用开采厚度 1.3~3.5m 的煤层,这是采煤机的主流,品种多,使用广;厚煤层采煤机适用于开采最高煤层厚度大于 3.5m 的煤层,基本上都是由中厚煤层采煤机派生的机型,目前最大截割高度可达 4.5~5m。

按适用的煤层倾角分类 可分为缓斜,中斜和急斜采煤机三种。

(1)缓斜煤层采煤机。适用于倾角 25°以下的煤层,绝大多数采煤机都属于这一类。现代研制的采煤机一般在走向长壁采煤工作面可适用到倾角 35°,在倾斜长壁采煤工作面则适用的倾角较小。

(2)中斜煤层采煤机。适用于倾角 25°~45°的煤层。这类采煤机一般在缓斜煤层采煤机的基础上改型面成。现代研制的中斜煤层采煤机往往在走向长壁采煤工作面可以使用在煤层倾角 35°~55°左右,又称大倾角煤层采煤机。

(3)急斜煤层采煤机。适用于倾角大于 45°的煤层。

急斜煤层由于条件很恶劣,采下的煤块会高速向下滚飞而砸伤人员;冒落的顶板会向下滚滑使采空区充填不足而造成顶板事故;采煤机与底板之间的法向压力太小,同时采煤机不能以工作面输送机中部槽作行走导向而使采煤机运行不易保持稳定;采煤机上行时除了克服工作机构在行走方向的阻力以外,还要克服较大的机器自身重量的分力,因此要求有足够的牵引力,而下行时采煤机会自行下坠而必须采取控制其下行速度的措施,还要考虑到行走机构损坏引起机器失控下坠而产生严重事故的可能性,因此,虽然世界各国都陆续研制过各种型式的急斜煤层采煤机,但都没有能持久地推广使用。

简史和发展趋势 采煤机是从截煤机发展演变而来。截煤机只能在煤体中(一般贴近底板)截出一条深的截槽,然后打眼放炮,人工装煤,效率低劳动强度高。于是就出现了在截煤机的基础上使用多个截盘(包括弯截盘),必要时加上破碎杆或破碎盘,把全采高的煤都破落下来,在后面再拖上装载部,使破煤和装煤工作能够同时完成,这就是采煤机的锥型。到20世纪40年代末,苏联研制了截框式采煤机,50年代初,英国出现了滚筒采煤机和钻削式采煤机。20世纪60年代以后,截框式采煤机逐渐淘汰,滚筒采煤机在技术和结构上不断完善和更新,成为当前世界各国应用最广泛的一种机型。

发展趋势主要有:①探索新的破煤工作原理和新型的工作机构,以改善产品煤的块度构成,增加大块煤的比例;充分利用煤的抗拉强度和剪切强度大大低于抗压强度的特性,降低破煤的比能耗。②扩大适应范围,研制产量高、性能好的极薄煤层和薄煤层采煤机以及急斜煤层采煤机。③提高自动化程度,与其他配套设备共同组成自动化采煤工作面设备并实现无人采煤工作面。

(周永昌)

caimeiji diandongji

采煤机电动机 (shearer motor) 采煤机配套专用并成为其组成部件的隔爆型异步电动机。同时驱动截割部和行走部等主要功能部件的称主电动机。仅驱动截割部的称截割电动机。

主要规格 在中国,采煤机电动机的功率等级为50、(70)、100、150、(170)、200、250、300、(375)、400、(425)、450、500、550、600kW。同步转速均为1500r/min,额定频率为50Hz,额定电压为660、1140或3300V。

结构特点 由于井下采煤工作面特殊环境条件以

及过载、频繁起动、堵转、剧烈振动等苛刻的工况条件,要求电动机牢固可靠、较低的起动电流、较高的起动转矩及较大的过载能力。采煤机电动机为矿用隔爆型,机座为钢板焊接,电动机的定子为双层迭绕组,转子为双鼠笼铜条结构。电动机的冷却方式大部分为外壳水冷,有外壳内螺旋形进水,轴向往返式进水,以及外壳四角进水等形式。机座外壳上设有冷却水的清理孔,供电动机水路堵塞时疏通之用。电动机采用F级或H级绝缘。电动机有完善的密封装置,以防止外界的水及油进入电动机内腔并防止电动机内轴承润滑脂流失。按采煤机总体布置方式不同,其外形结构有纵向布置的箱形结构和横向布置的圆筒形结构两种。箱形结构的电动机两端出轴,分别驱动截割部和行走部。纵向布置的采煤机往往也采取双电动机布置,这时有一台电动机只驱动截割部,一端出轴空转。箱形电动机通常为矩形断面、偏心出轴,在采空区侧设有电控腔与接线腔,彼此为独立的隔爆空腔,电控腔内装有采煤机电气控制元件。圆筒形电动机为圆形断面单端出轴,用法兰安装在摇臂的根部,驱动截割部。电动机轴往往做成空心轴结构,通过内花键传动一根细而长的传动轴。

特殊考核试验 采煤机电动机因使用条件恶劣,除按防爆规程的隔爆、耐潮试验以及一般电动机应进行的检查及型式试验外,各国还模拟井下实际使用情况进行特殊考核试验。中国的特殊考核试验项目主要有:①过载试验:电动机额定运行到热稳定状态时,继续以120%额定输出功率运行20min,其定子绕组端部温度不应超过所采用绝缘材料的允许极限温度。②断水试验:电动机额定运行到热稳定状态时,断水10min,测量定子绕组温度,不应超过所采用绝缘材料的允许极限温度。③空载小时开断频率试验:电动机空载运转0.5h后,在1h内完成空载频繁起动70~250次(视电动机功率而异),每次通电时间不少于0.5s,正反转交替进行。试验后,电动机应能正常运转而不损坏。④5万次频繁起动试验:在模拟采煤机空载运行时电动机所受负荷的条件下,在额定电压下进行5万次频繁起动,通电时间不少于0.5s,每次起动必须在静止状态下进行。试验后,电动机应能正常运行而不得损坏。⑤倾斜试验:纵向布置的箱形结构采煤机电动机轴向与水平成35°角倾斜安装,连续空载运转至轴承温度稳定为止,然后将电动机反方向倾斜再试。试验后,电动机应能正常运行,不损坏。⑥密封试验:将电动机的轴伸浸没在油池中,油温保持在60±10℃,空载运转600h。试验结束后,拆检电动机轴端密封,以不漏油为合格。

(杨鸿方)

caimeiji dianqi kongzhi

采煤机电气控制 (electrical control of shear-

er) 实现采煤机电源控制和工况控制的电气系统。电源控制包括采煤机各个电动机的起动和停止,中国煤矿安全规程规定采煤机电气控制必须还能停止工作面刮板输送机;工况控制主要包括采煤机的牵引方向、牵引速度和截割滚筒的升降控制,以及辅助装置的动作控制(如破碎装置的升降等)。

控制方式 分为就机控制、直视遥控和巷道控制3种。采用后两种控制方式时通常仍保留就机控制。

就机控制 通过安装在采煤机身上的主令电器来实施的电源和工况控制。当采煤机接受起动或停止控制指令后,通过中间继电器使采煤机电磁起动器的主接触器吸合或分闸,从而接通或分断采煤机电源。工况控制往往是电气、机械和液压混合使用,主令电器发出的控制指令,使控制回路中相应的继电器工作,以接通或分断电磁换向阀的电源,通过液压系统实现各种工况动作的控制。而对于电牵引采煤机的牵引方向和牵引速度的控制,则控制指令通过电气调速装置来改变行走电动机的转向和转速。除了在机身中部设控制点外,现代采煤机在机身两端都设置控制盒以实现多点控制。左端的控制盒一般至少有左滚筒升或降、向左或向右牵引4个功能;右端的控制盒至少有右滚筒升或降、向左或向右牵引4个功能。两个控制盒上都装有带闭锁的采煤机急停按钮。向左和向右牵引按钮既控制牵引方向,也控制牵引速度,操作向左按钮在向左牵引时为加速,在向右牵引时为减速,操作向右按钮则相反。

直视遥控 在采煤机司机直视有效距离内,用遥控设备对采煤机进行控制。采煤机直视遥控属一次动作型遥控,采煤机执行遥控指令后的运行状态要维持到下一个指令到来时,而何时发出指令则由采煤机司机根据直视的情况决定。为了安全,通常不能遥控起动采煤机。遥控设备由手持的发射部分和装在采煤机上的接收部分组成。遥控的特点是人机可保持一定距离,控制灵活,有利安全生产,尤其适合难采煤层开采时使用。按控制指令传递媒介分类,遥控设备分有线遥控、红外遥控和无线电遥控3种。①有线遥控的控制盒(往往利用就机控制的端头控制盒),用较长的控制电缆与采煤机相连,设备简单可靠,但操作欠方便。②红外遥控和无线电遥控设备都由发射机和接收机组成,前者传递指令用红外线,后者靠电磁波,设备较复杂,但使用方便。红外遥控在发射机和接收机之间不得有障碍物遮挡,无线电遥控不受这种限制。目前用得最多的是无线电遥控。在开采条件较好的工作面,无线电遥控采

用一收一发系统,即由一个采煤机司机用一台发射机进行操作控制。开采条件差的工作面,使用两收两发系统更合适,即两个司机各持一台发射机在采煤机两端进行控制。

巷道控制 由安设在工作面巷道内的控制台实现采煤机的控制。巷道控制往往同自动调高系统、工况监视系统和故障诊断等采煤机自动控制系统结合在一起。控制系统由采煤机机上控制部分和巷道控制台组成。机上控制部分包括控制指令接收和执行电路、采煤机运行参数的发送电路;巷道控制台包括采煤机运行参数接收和显示电路,控制指令发送电路。两部分之间指令和信息交换以载波等形式通过电缆进行。采煤机收到指令执行后将新的运行参数再发往控制台。巷道控制台也可和地面控制台联网实现地面控制,巷道控制的特点是工作面可无人或基本无人,有利安全生产和生产自动化。巷道控制设备复杂,技术难度大。国外在80年代初就开始研究这项技术,发展趋势是实现全工作面自动化控制。

控制指令传输方式 电源控制的执行装置—电磁起动器通常都设置在工作面巷道内,采煤机机身上发出的控制指令通过供电的动力电缆传输。传输方式有载波传输和芯线传输两种。

载波传输控制指令 以高频载波传输控制指令。载波控制设备由载波发讯机和载波接收机两部分组成,前者装在采煤机电控箱内,后者安设在工作面巷道内。采煤机司机在机上发出的控制指令,被载波发讯机调制成高频载波,经动力电缆主芯线传送到巷道内的载波接收机,被解调辨认后执行,从而控制采煤机和输送机的磁力起动器,实现采煤机的开停和输送机的停车。载波传输控制指令的特点是动力电缆结构简单,而控制设备复杂。中国有些采煤机采用载波控制,一般传输“主起”(主电动机起动)、“主停”(主电动机停止)、“运停”(输送机电动机停止)、“信号”和“断电”(分断总电源)5种控制指令。

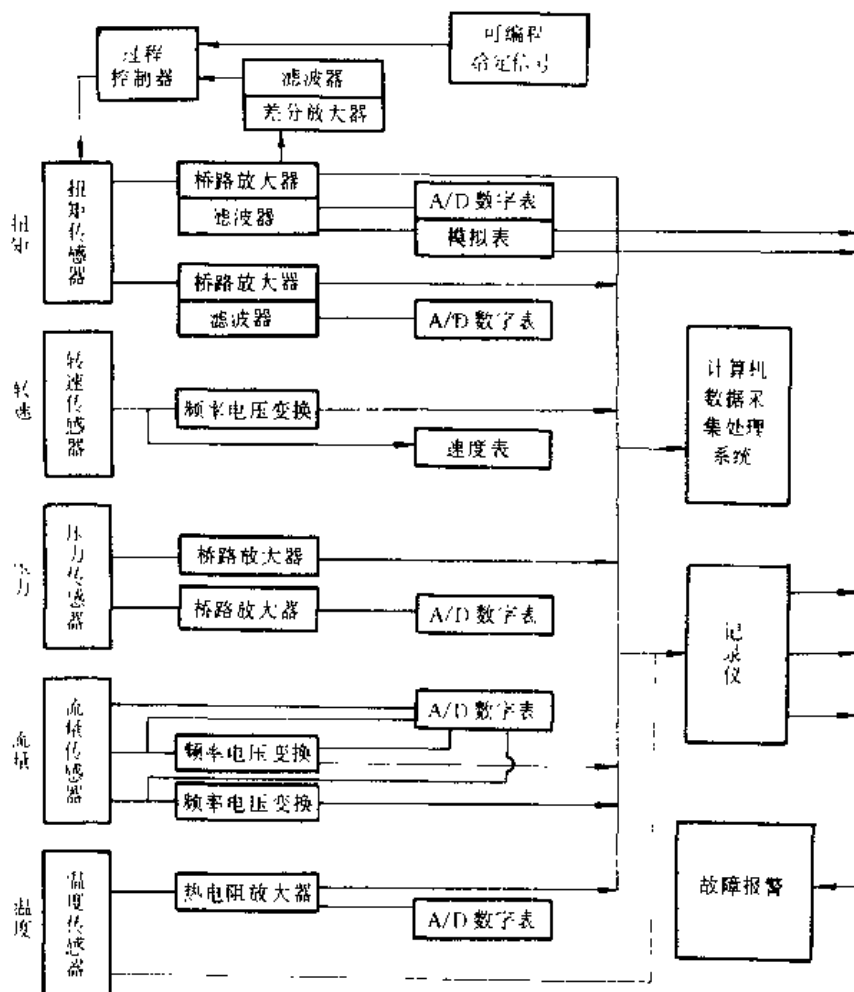
芯线传输控制指令 以采煤机动力电缆内的控制芯线传输控制指令。借助动力电缆内的专用控制芯线,把采煤机上的控制回路和工作面巷道内电磁起动器的控制回路互相连接,组成完整的远方先导控制回路,在采煤机上控制采煤机和输送机的电磁起动器。芯线传输控制指令的特点是设备简单,使用可靠,便于维修。

(沈少林)

caimeiji jiegebu shiyan

采煤机截割部试验 (testing of shearer cutting unit)

在专用的试验台架上,按规定的程



采煤机截割部试验测试系统图

序和内容,对采煤机截割部的性能指标、技术参数进行检测和考核,用以验证采煤机截割部的设计、加工和装配质量,以期达到安全可靠运转的要求。

试验内容 有空运转试验、热平衡试验、耐久性试验、超载试验4项。

空运转试验 采煤机截割部无负荷运转。检验各密封处有无渗漏、运转时有无异常响声和振动。

热平衡试验 采煤机截割部在没有外冷却条件下连续加载。负荷分配如下:以50%的电动机额定功率运转2h;以75%的电动机额定功率运转1h;以100%的电动机额定功率运转0.5h,利用热电偶测量各齿轮箱油池的热平衡温度及温升。

耐久性试验 摇臂处于近水平位置,用最低滚筒转速,以电动机额定功率加载,连续运转规定时间。试验期间,截割部各油池油温应保持在 $70\pm 10^{\circ}\text{C}$ 。运转结束后,检验元部件是否损坏,齿轮是否失效。

超载试验 以125%的电动机额定功率加载,运

转10min,检验零部件承受超载的能力。

测录参数 包括截割部空载功率、额定功率下输入和输出转矩值、驱动装置输出转速、各齿轮传动箱润滑油温度、各齿轮传动箱轴承外沿温度、各齿轮箱润滑油冷却水的温度、流量及压力(见图)。

加载方法 有能量消耗加载方式和能量回收加载方式两种。能量回收加载方式又可分为机械封闭式和电封闭式,它的优点是消耗小,试验中所有消耗的能量仅为被试对象额定负荷的25%~35%,缺点是试验辅助设备较多,台位占地面积较大,安装较复杂。能量回收加载方式适用于大中功率采煤机截割部试验。能量消耗加载方式优点是试验辅助设备较少,台位占地面积较小,安装方便,缺点是能耗大,适用中小功率采煤机截割部试验。

(周国庆)

calmeiji xingzoubu shiyan

采煤机行走部试验 (testing of shearer travel unit)

在专用的试验台架上,按规定的程序和内容,对采煤机行走部的性能指标、技术参数进行检验和考核,验证采煤机行走部的设计、加工和装配质量,以期达到安全、可靠运转的要求。

试验内容 液压牵引行走部试验包括空运转试验、容积效率测定、热平衡试验、压力调速特性试验、功率调速特性试验、保护性能试验、耐久性试验、冲击试验8项。机械牵引行走部仅做空运转试验、热平衡试验、过载保护试验和耐久性试验4项。电牵引行走部还没有统一的试验标准,可以参照液压牵引行走部试验内容进行试验。

空运转试验 行走部在最大牵引速度下进行的正、反向无负载运转试验。检验行走部各操纵单元的动作是否灵活、准确、可靠,各密封处有无渗漏现象,运转时有无异常响声和振动。

容积效率测定 行走部在额定牵引速度(空载时调定)、油温为 $50\pm 5^{\circ}\text{C}$ 时,加载至额定压力,正反向

各试验3次。测录空载和额定压力时的系统压力和输出轴转速,按下式计算容积效率 η_v 。

$$\eta_v = \frac{n_1}{n_2} \times 100\%$$

式中 n_1 为额定压力时的输出轴转速, r/min; n_2 为空载时的输出轴转速, r/min。

容积效率在空运转试验后测定,在耐久性试验后进行复测。

热平衡试验 行走部按设计要求的水量、水温供应冷却水。在额定工况下连续运转,直至各齿轮箱油池和液压油池(仅指液压牵引)的温度达到热平衡。正反向各试验一次。利用热电偶测量各油池热平衡温度,绘制温度—时间曲线,以油池最高温度和温升对行走部进行考核。

压力调速特性试验 试验在最大牵引速度下进行。对牵引部逐渐升压加载,直至牵引速度降至最小值。然后逐渐降压,直至牵引速度恢复至最大值。测录各转换点的压力值,并绘制速度压力调速特性曲线。

功率调速特性试验 在最大牵引速度和50%额定压力时,逐渐增加功控电流,模拟采煤机截割功率由欠载、满载到超载,直至输出轴转速降到最小值。然后减少功控电流,模拟采煤机截割功率由超载、满载到欠载,直至输出轴转速升到最大值。正反向试验各5次,测量各转换点的功控电流值及升速和降速所需的时间。

保护性能试验 液压牵引行走部保护性能试验包括高压保护试验和失压保护试验二项,高压保护试验测定高压保护装置动作压力以及检查装置动作的可靠性。试验在额定牵引速度下进行,对行走部缓慢加载,直至高压保护装置动作,正反向各试验10次。失压保护试验测定失压保护装置动作压力以及检查装置动作的可靠性。试验在额定牵引速度和额定压力下进行。缓慢降低系统背压,直至失压保护装置动作,正反向各试验10次。机械牵引行走部的保护性能试验,测定过载保护装置的動作压力以及检查装置动作的可靠性。试验在最大牵引速度下进行,缓慢加载直至过载保护装置动作,正反向各试验10次。

耐久性试验 中国煤炭行业目前对液压牵引行走部采用如下的试验方法:耐久性试验总时数600h,正反向各连续运转300h。其中在额定压力和50%额定速度时运转50h;在额定压力、额定牵引速度时运转200h;最大牵引速度时运转50h,其加载压力以恒功率原则进行换算。机械牵引行走部耐久性试验,在额定牵引速度和额定牵引力下进行,正反向连续运转300h。运转结束后,检验各传动件和运动构件是否损坏和失

效。

冲击试验 行走部在额定牵引速度下,系统压力从最小值增至额定压力,再从额定压力突降至最小值。在额定压力和最小压力时各保压2s,正反向冲击各一万次。试验后行走部各部分构件不应损坏,齿轮不应失效。

(郑 熠)

caimeiji zhengji shiyan

采煤机整机试验 (testing of complete shear-

er) 在建有模拟煤壁的专用试验室中,按规定的试验程序和内容,应用各类传感元件和计算机数据采集及处理技术,对采煤机在各种不同工况下的各项性能指标,主要技术参数进行检测和考核,用以验证采煤机的生产能力、落煤装煤效果、各种保护性能、配套性能以及适用条件等是否达到设计要求;并为研制新型采煤机提供实验依据。目前世界上具有采煤机整机试验条件的国家有俄国、英国和德国,中国在1984年也在上海建立了相似规模和检测水平的采煤机整机试验室。采煤机整机试验可分为型式试验和研究性试验两种。

型式试验 中国凡新研制的采煤机,进口或出口采煤机,在下井和出口前,需要按行业标准或合同规定的考核内容及有关质量指标的要求,对采煤机整机进行试验和检测,并作出评价。

试验方法 在实验室中,被测试的采煤机整机按设计要求安装在配套刮板输送机上。刮板输送机沿模拟煤壁的长度方向铺设,铺设长度一般大于40m。模拟煤壁由煤和水泥混合搅拌浇制而成,其高度和硬度应满足被试采煤机的最大采高和最大截割硬度的要求。在采煤机、配套输送机上以及供电系统中安装液压力、位移、转速、电压及电流等传感器。试验时采煤机沿模拟煤壁的长度方向进行截割模拟煤壁,其过程包括落煤、装煤、运煤、自开切口等工序,工作方式和井下采煤时相同,完成一个截割长度后,推移配套刮板输送机,使采煤机处于新的截割位置,再进行截割试验,直至全部完成所规定的考核内容。在试验过程中,采煤机的试验工况以及主要技术参数通过各类传感器把信号输入到测试室,信号经放大并由计算机进行采集和处理,最后打印出测试数据和绘制各种相关曲线。

试验内容 由空运转试验、空载牵引试验、截割试验3个部分组成。

(1) 空运转试验 把采煤机的行走轮与齿轨或销轨、牵引链脱离,启动主电机、牵引电机和调高油泵电机,在最大牵引速度状态下,空运转一小时后,检查各密封件的密封性能。在空运转时分别操作各种机械手

把、电控手把、按钮等。操作调斜油缸和调高油缸分别使油缸伸至最大值和缩至最小值,测量机身上、下调斜范围及最大采高和卧底量,其数值应达到设计要求,在调高油缸和调斜油缸伸至最大值时停机保持 16h,测量机身及摇臂的下降量,其下降量应在允许范围内。按设计要求的水压和流量供应冷却水和喷雾水,其供水系统各环节应无渗漏现象,喷嘴不得堵塞且雾化良好。

(2) 空载牵引试验 采煤机的行走轮与齿轨或销轨、牵引链啮合,在配套刮板输送机直线、水平弯曲、垂直弯曲的 3 种铺设状态下,采煤机以低速、中速和高速 3 种牵引速度在输送机上来回行走,运行应平稳,无明显卡滞现象。滑靴(或滚轮)与中部槽、导向管与导向套、滚筒起始截齿与铲煤板、电缆夹板与电缆槽的配合尺寸应符合设计要求。对大倾角采煤机,还应在专用台架上进行最大设计使用倾角的爬坡试验,运行应平稳,停机后制动器应可靠,制动后采煤机的下滑距离应符合设计要求。

(3) 截割试验 采煤机按设计要求的采高范围和

截割深度,分别以低速、中速和高速 3 种牵引速度截割模拟煤壁,测量各种工况下采煤机的生产能力、装煤率、截割功率、牵引力及牵引速度,并考核恒功率控制性能、高低压保护性能、过载保护性能、差速保护性能,自开切刀性能等,上述性能均应达到设计要求。

参数测量 采煤机整机试验需测量的主要参数有:生产能力 Q 、功率 P 、牵引力 F 、牵引速度 V_h 、装煤率 K 、比能耗 φ 。参数由各类传感器、放大器、滤波器、记录仪及计算机等仪器仪表组成的测录系统进行测量、采集和处理(图 1),最后打印出测量结果及绘制各参数之间的相关曲线。

(1) 生产能力 Q 。是指采煤机每小时的采煤量,生产能力 Q 由下式计算, $Q=60H_m D_m V_h \cdot \gamma$, 式中 Q 为生产能力, t/h ; H_m 为采高平均值, m ; D_m 为截割深度平均值, m ; V_h 为牵引速度平均值, m/min ; γ 为模拟煤壁的密度, t/m^3 。

(2) 功率 P (kW)。是用电压互感器、电流互感器和功率变送器测量采煤机的电机输入功率。对多电机传动的采煤机可分别测量截割电机、牵引电机、调高系统电机的功率;交直流电牵引采煤机可用交直流功率表来测量牵引电机功率,该仪表可以数字方式显示和模拟量方式输出。

(3) 牵引力 F 的测量。对采用液压牵引的采煤机,首先测量液压马达进口压力 P_1 和出口压力 P_2 , 则牵引力 F 可用下式计算:

$$F = \frac{\pi A M_m i \eta_i}{500 z t}$$

$$M_m = 15.59 \times 10^4 (P_1 - P_2) q \eta_m$$

式中 F 为牵引力, kN ; A 为牵引机构个数; M_m 为油马达输出扭矩, $N \cdot m$; i 为牵引传动箱的传动比; η_i 为牵引传动箱的机械效率; z 为行走轮的齿数; t 为行走轮的节距, m ; P_1 为油马达进口油压力, Pa ; P_2 为油马达出口油压力, Pa ; q 为油马达每转排量, l/r ; η_m 为油马达的机械效率。对采用直流和交流电牵引的采煤机,首先测量牵引电机的输入功率 P_e 和电机转速 n_e , 则牵引力 F 可用下式计算:

$$F = \frac{\pi A M_e i \eta_i}{500 z t}$$

$$M_e = \frac{9555 P_e \eta_e}{n_e}$$

式中 M_e 为牵引电机输出扭矩, $N \cdot m$; η_e 为牵引电机效率; n_e 为牵引电机转速, r/min 。

(4) 牵引速度 V_h 的测量。在采煤机牵引传动机构的某一传动轴上(视安装方便而定),安装一台低速测速发电机,测量该轴的转速 n_h , 牵引速度 V_h 可用下式

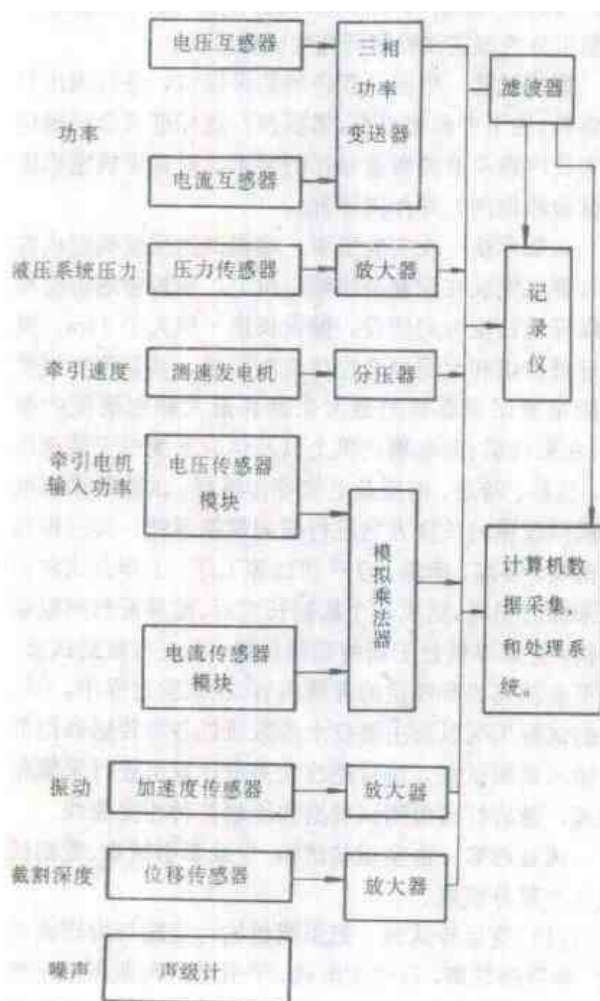


图 1 测录系统方框图

计算:

$$V_h = \frac{n_h \pi D_o}{i_h}$$

式中 V_h 为牵引速度, m/min; n_h 为安装测速发电机传动轴的转速, r/min; D_o 为行走轮的节圆直径, m; i_h 为安装测速发电机传动轴与行走轮之间的传动比。对行走轮安装在煤壁一侧的薄煤层采煤机, 由于直接安装测速发电机有困难, 可以把测速发电机固定在配套输送机上, 用钢丝绕在测速发电机的绳筒上, 钢丝的另一端固定在采煤机上, 采煤机行走时, 钢丝拖动绳筒旋转测出绳筒的转速 n_r , 牵引速度可用下式计算:

$$V_h = n_r \pi D_r$$

式中 n_r 为绳筒转速, r/min; D_r 为绳筒直径, m; 用低速测速发电机测量牵引速度, 结构简单, 不需附加增速设施, 安装方便。

(5) 装煤率 K 的测量。装煤率是指采煤机装入输送机上的煤量占采煤机落煤量的百分比。测量方法是: 采煤机沿模拟煤壁长度截割一个截割深度后, 取机道 2m 长度中的余煤并称重, 装煤率 K 可用下式计算:

$$K = \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100\%$$

$$w_1 = 2H_s D_s r$$

式中 w_1 为采煤机截割 2m 长度模拟煤壁的落煤量, t; w_2 为 2m 长度机道中的余煤量, t。

(6) 比能耗 φ 的测量。比能耗是指采煤机每采落吨煤时所消耗的功, 测量方法是: 在采煤机截割模拟煤壁时, 测量采煤机的截割功率 P_1 、牵引功率 P_2 、调高系统功率 P_3 、牵引速度 V_s 、采高 H_s 和截割深度 D_s 。比能耗可用下式进行计算:

$$\varphi = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{60 H_s D_s V_s r}$$

式中 φ 为采煤机的比能耗, kW · h/t; P_1 为截割功率, kW; P_2 为牵引功率 kW; P_3 为调高系统功率, kW。

试验设备 送试的设备有: 采煤机主机、配套输送机、真空电磁启动器、电缆及电缆夹板。有链牵引采煤机还有牵引链及紧链装置, 电牵引采煤机还有变压器、变频器等。辅助设备有: 桥式转载机、带式输送机、喷雾泵站、推移泵站、推移装置、防滑装置等 (图 2)。实验现场如下页图 3 所示。

研究性试验 研究性试验常以成熟的采煤机为基体、改变需验证的局部结构, 材料或参数进行的。

采煤机滚筒的研究性试验 滚筒是采煤机的关键部件。为了获取滚筒的最佳参数, 改善截割性能、提高块煤率、减少功率消耗以及改善受力状况等进行的试验, 试验的方法是: 被试验的基型滚筒装在一台经改装

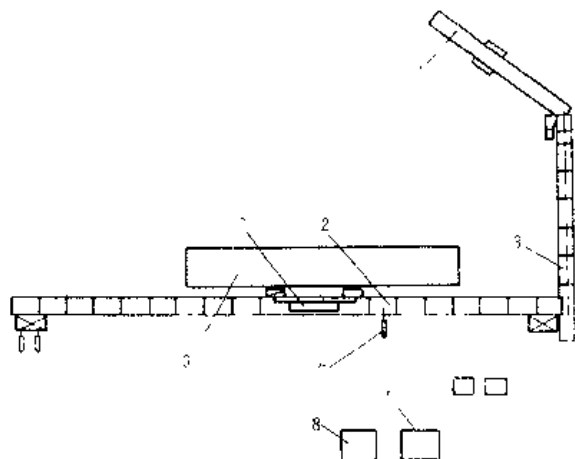


图 2 滚筒采煤机整机试验平面布置示意图

- 1—滚筒采煤机; 2—配套输送机;
- 3—桥式转载机; 4—带式输送机;
- 5—电磁启动器; 6—喷雾泵站;
- 7—推移装置; 8—推移泵站;
- 9—模拟煤壁

的单滚筒采煤机上, 在滚筒直径、截割深度、牵引速度、滚筒转速、模拟煤壁硬度相同的情况下, 每改变滚筒某个参数如截齿排列、叶片头数、叶片角度等, 进行一次截割试验, 试验过程中把截割功率、滚筒三维受力状况、牵引速度、牵引力以及块煤率记录下来。牵引速度、牵引力和型式试验时测录方法相同。截割功率是通过安装在摇臂输入轴上的扭矩传感器测量扭矩和转速, 滚筒在截割过程中所受到的三维力状况是通过连接在滚筒和摇臂输出轴上的筒型传感器进行测量。信号通过安装在滚筒内喷雾水管上的应变放大器、数据采集器并由无线电发射机发射, 测试室中的无线电接收器接收信号, 经过巡回检测仪最后由打印机打出测试数据。各类数据经统计分析最终确定该基型滚筒的最佳设计参数。该滚筒试验台具有调整滚筒转速的功能, 可以试验直径从 0.8m 至 2m 的各种滚筒。此外, 还可以对采煤机的载荷谱进行研究试验。

试验结果分析 包含阶段性分析、综合性分析和最终评估 3 个内容。

阶段性分析 完成一个试验项目或试验阶段后, 把经计算机技术处理后的测录数据和有关规范和技术文件中规定的参数进行对比分析, 考核采煤机在该试验项目中的各项性能和参数是否达到规定的要求。试验结果达到规定的要求, 则可进行下一个阶段的试验。个别性能或参数有异常情况, 通常按下列步骤进行分析处理: ①检查测试系统是否正常。②对有异常情况的参数进行复测。③异常情况原因分析。异常情况发生的

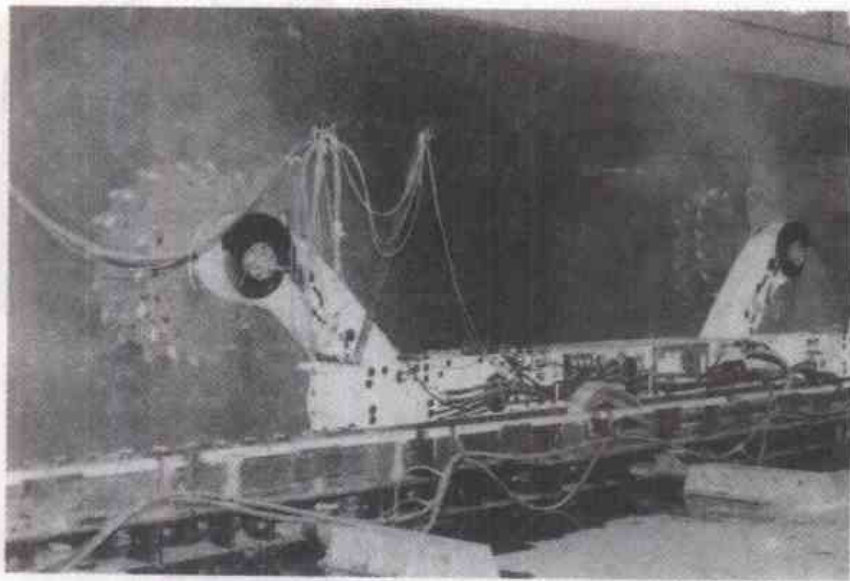


图3 滚筒采煤机整机试验现场图

原因有个别零部件的制造质量问题, 安装时零部件或管路等受到污染, 控制元件调试未到位以及设计的失误等。④事故处理, 更换合格的零部件或重新清洗安装、调试等。⑤再试验。按该试验项目或试验阶段的要求再试验一次。一般情况下经过事故处理后的试验结果均能达到规定的要求。在阶段性分析过程中, 对于某些难以判明事故原因的项目还需要进行诊断性测试。

综合性分析 整机试验全部试验项目完成后, 在阶段性分析数据的基础上, 对同类参数进行纵向汇总, 并通过计算机系统对参数之间的相互关系绘出综合曲线。综合性分析的内容有: ①在煤质硬度、采高、功率、牵引速度的相关曲线中找出采煤机在额定功率及最大截割牵引速度下的使用条件(煤质硬度和采高)。②在设计文件中规定的最大采高和最大煤质硬度情况下, 采煤机在满载时所能达到的牵引速度。③最大采高时, 为达到最佳装煤效果应采用的滚筒直径, 或找出现有试验的采煤机滚筒直径在最佳装煤效果时的最大采高。④找出采煤机各种保护系统中控制元件的最佳控制值。在采煤机整机或主要部件的研究性试验中, 还要综合分析采煤机随机载荷的幅值分布、频率结构、壳体振动的固有频率、模态、刚度和阻尼等, 这为判断采煤机整体结构或部件结构的合理性提供重要依据。

最终评估 是对采煤机在经过整机型式试验后将进行何种工作方式的决定性意见。它包括下列内容: ①采煤机的实际使用条件(包括最大采高、最小采高、煤质硬度、煤层倾角等)。②采煤机的最佳使用条件。③采煤机的主要性能指标(包括生产能力、装煤效果、各

种保护和控制性能等)。④采煤机的可靠程度。⑤采煤机和配套设备(支架和配套输送机)的协调性。⑥采煤机的操作和维修的方便程度。⑦采煤机使用时工人的安全和健康的影响程度。⑧采煤机的推广前景和经济效果的评价。⑨采煤机在世界同类产品中的先进程度。⑩对采煤机今后改进的意见和建议。通过阶段性分析、综合性分析和最终评估, 最后判断被试采煤机是否可以下井进行工业性试验的结论。

参考书目

11. J. 爱利金, C. C. 卡扎科夫, I. E. 谢夫琴阔, 黄守明译, 《采煤设备的试验》, 煤炭工业出版社, 1984。

(侯瑛均)

caimeiji zidonghua

采煤机自动化 (automation of shearer)

采煤机运行参数和运行姿态的自动控制系统。目的是提高采煤机对恶劣工况的适应能力, 减少故障, 提高开机率, 进而实现全工作面自动化的无人工作面采煤。采煤机自动化包括恒功率自动调速系统、自动调高系统、工况监视系统和故障诊断等主要内容。采煤机自动化是现代正在发展中的技术, 有待进一步完善和提高。

恒功率自动调速系统 依据作用在截割滚筒上的外界负载自动调节牵引速度, 使截割电动机(主电动机)的实际平均功率始终保持在额定值附近, 以获得机器能力最大发挥的系统。它包括负载环节在内的闭环控制系统。从截割(主)电动机测取负载信号与额定值比较后, 经控制器调节牵引速度, 牵引速度的变化使截割滚筒上的负载相应变化, 把负载功率限制在额定值的95%至105%之间。系统还具有人为限定最高牵引速度的功能, 操作人员可根据采煤工艺和配套设备工序衔接的要求, 预先调定最高牵引速度。下页图1所示为恒功率自动调速系统原理。

自动调高系统 按顶板和底板起伏变化规律自动调节滚筒工作高度, 使滚筒保持沿顶底板截割的系统。采煤工作面的工作环境是煤尘多、能见度低、噪声大、操作人员很难准确判断滚筒的截割状态, 经常会发生连续截割顶底板岩石而造成损坏截齿或导致其他机件故障, 也可能因产生火花而引起工作面爆炸。过厚的顶煤和底煤, 会使采高降低, 推移输送机和支架困难, 回

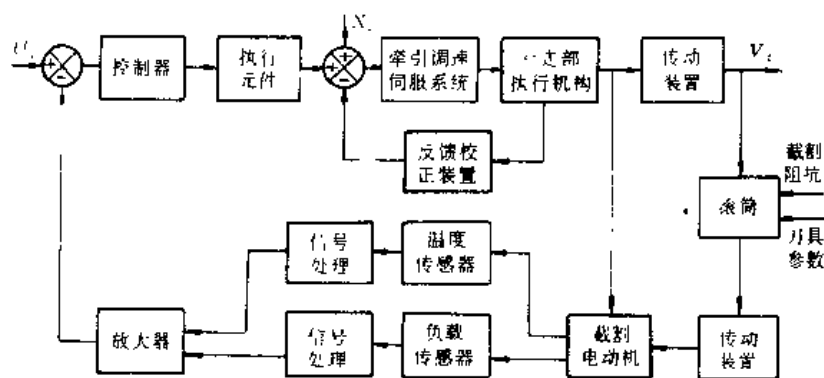


图1 恒功率控制系统原理

采率下降。自动调高技术是实现操作人员离开工作面的关键技术，由于煤层厚度及顶底板的岩性和赋存条件复杂多变，工作环境恶劣，虽然世界各国都在探索各种技术途径，但大多处于试验阶段。

采煤机滚筒自动调高由煤岩分界识别和调高电液伺服系统构成。煤岩分界识别方法主要有自然 γ 射线探测、截割力制导和记忆数字程序控制三种，这三种滚筒自动调高系统都通过采煤机机载计算机实现。

自然 γ 射线探测 利用自然 γ 射线探测煤岩分界的滚筒自动调高系统。装备这种系统的采煤机制煤时要求在顶底板上留150~200mm的煤皮。顶底板沿牵引方向或推进方向发生起伏变化时，煤皮厚度也将随之变化。赋存于顶底板中自然 γ 射线的衰减量与煤皮厚度成正比。安装在采煤机上的 γ 射线探测器所接受的自然 γ 射线的剂量直接反映煤皮厚度，即煤岩分界的位置。自然 γ 射线自动调高系统只适用于顶底板岩层含有较强的 γ 射线，及一次采全高的采煤工作面。

截割力制导 利用滚筒截割力分析作为煤岩分界识别原理的滚筒自动调高系统。被截割煤体由若干不同物理性质（特别是截割阻抗）的煤分层和矸石层组成。在有限的范围内，各煤分层和矸石层的物理性质，在沿层面方向是近似均匀的。各分层作用在滚筒测量截齿上的截割阻力各不相同。采煤机工作时测量截齿上的截割力信号直接反映滚筒在煤层中的截割位置。

记忆数字程序控制 在采煤机工作的第一个循环中，采用较慢的牵引速度，由人工操作调高系统，使滚筒沿煤岩分界线截割。同时采集沿工作面各坐标点 x_1 上对应的滚筒工作高度坐标 z_1 ，构成煤岩分界坐标数组 $\{x_1, z_1\}$ ，存入计算机系统，作为滚筒调高的参考值。第二个工作循环开始，采用正常牵引速度，由计算机对调高系统进行数字程序控制，重复上一刀记忆的煤岩分界。当顶底板起伏发生变化时，需由操作人员重

新设置煤岩分界坐标数组。记忆数字程序控制滚筒自动调高，是一种比较容易实现的方法，但只能减轻操作人员的劳动强度，而不能完全实现自动化。

工况监视系统 又称运行状态监视系统。在线检测主要运行参数和运行姿态，使机器各系统不偏离正常功能的系统。当出现故障偏离正常功能时，控制系统调整某些运行参数，恢复正常功能，或发出报警信号，由人工停止运行，排除故障。采煤机工况监视

用机载计算机实现，由传感器及相应的变换器、数据采集及传输装置、数据处理、显示器、报警装置及键盘组成。传感器多数为模拟量信号，部分为数字量和开关量信号，传感器及其变换器均设计成本安电路。由模数(A/D)变换器、数模(D/A)变换器和I/O接口组成的信号输入输出系统，用于数据采集和变换、输出控制和报警信号。操作输入系统是人与机器进行联系，监视运行状态及设定运行参数极限值的设备，包括通讯接口、LCD液晶显示器、操作键盘（一般为16键）及外存贮器。采煤机机载计算机具有良好的抗干扰和抗震性能，能适应采煤工作面工作环境。

采煤机工况监视系统的主要功能：①监视系统故障自检。采煤机每次重新启动后，自动检查传感器信号、各通讯接口、显示报警装置及控制系统的工作状态，以及计算机系统的工作模式是否正常。②检查并显示采煤机主要运行参数（供电电压、控制电压、各液压系统压力、滚筒高度等）的实际值。只有当这些参数正常时，采煤机才进入工作状态。③采煤机运行过程中在线检测各监视参数。在显示器上巡回显示参数的实际值和设定的上、下极限值。当发生参数超限时，同时所有显示屏上显示超限参数及其实际值，并发出报警信号，计算机发出控制指令，或改变运行参数，或停止采煤机运行，待故障排除后，采煤机方可重新启动。④16键键盘具有人机对话、输入自检指令、选择显示方式和设置监视参数极限值等功能。

故障诊断 通过分析工况监视所获得的信息，确定采煤机故障的部位、性质、程度、类别、原因、故障的发展趋势和影响，以便作出控制和维修决策，目的是防患于未然，提高采煤机可靠性和开机率。采煤机故障诊断是一项发展中的技术，有待进一步完善提高。

采煤机故障诊断过程的基本环节（下页图2）包括：①运行参数在线检测。动态过程的振动、力、转矩、

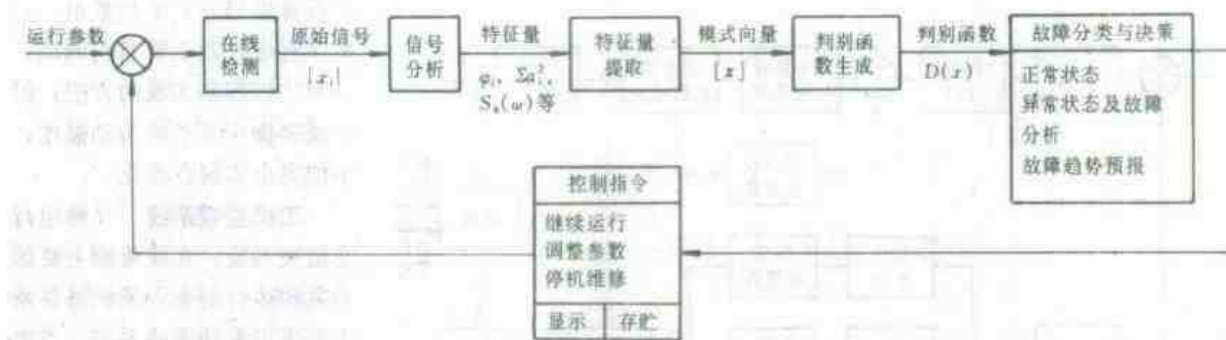


图2 采煤机故障诊断过程的基本环节

功率、位移、温度等都可用于监视和诊断信号。在线检测反映故障症状最敏感的物理量作为该参数的特征信号 $[x_1]$ 。②特征信号分析。所采集的运行参数特征信号经滤波、平滑、确定边界等预处理后,进行归纳分析。诸如幅域分析、频域分析、统计分析、时间序列分析等。③特征量选择。选择在类间边界附近对工况状态相关性强、反映灵敏的特征量构成模式向量 $[x]$ 。并力求压缩 $[x]$ 的空间维数。④状态识别。根据特征参数,参照某种规范,利用各种知识和经验,对设备的状态予以识别、诊断,建立判别函数 $D[x]$ 和规定判别准则。⑤故障分类及决策。按判别函数实时地对工况状态进行分类。运行正常时,计算机发出指令,采煤机继续运

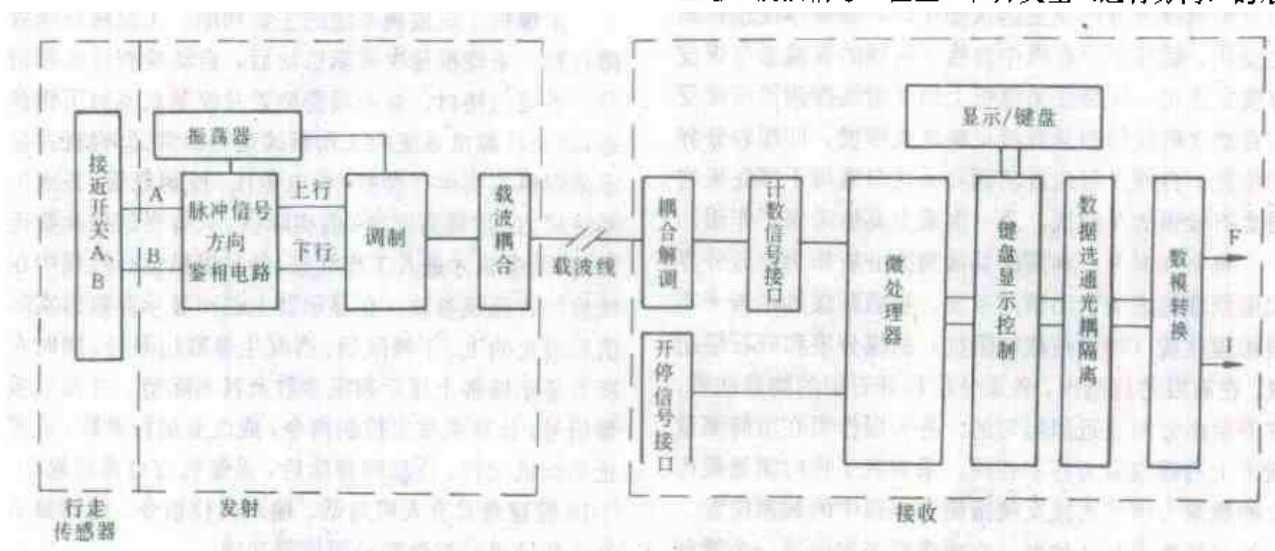
行。如果故障形成,计算机实时进行故障分析,显示分析结果和维修决策,或发出报警信号,或发出停机指示。

(陈延康)

caimei jizu weizhi jiance zhuangzhi

采煤机组位置检测装置 (shearer position detector)

用来检测采煤机在工作面进行作业时机组位置、牵引速度及运行方向的装置。一般由行走传感器、发送装置、接收装置及隔爆稳压电源等组成,其工作原理框图如图所示。除在顺槽有就地显示外,接收装置还以模拟信号(位置)和开关量(运行方向)的形



机组位置、速度检测装置工作原理框图

式,传送给矿井生产监控系统地面中心站,供生产指挥人员了解采煤机的工作情况。

工作过程 行走传感器可由两个安装在不同位置上的霍尔开关组成,采煤机牵引时,驱动轴旋转,两个霍尔开关按旋转方向不同先后工作,输出有时差的两

个脉冲,送至发送装置中的鉴相电路,输出不同宽度的脉冲,以示上、下行。当采煤机运行至工作面端头时,鉴相电路还可输出一个与上述两个脉冲都不等宽的脉冲,称之为清零脉冲。这3种脉冲均可调制载频,并通过载波发射机从采煤机处发给顺槽处的接收机。接收

解调后,由微处理器通过脉冲的宽度来确定上、下行或清零状态,并从脉冲的个数计算出行程位置和牵引速度,进行就地显示,同时用开关量和模拟量的信号输出给生产监控系统。

主要技术指标

测量误差: 距离	$< \pm 1\text{m}$
速度	$< \pm 0.2\text{m/min}$
输出模拟量	$1 \sim 5\text{mA}$ 或 $200 \sim 1000\text{Hz}$
	误差 $< 3\%$ 满度值
输出开关量	以 $\pm 5\text{mA}$ 表示上、下行

由于各类型采煤机其结构、尺寸均不同,因此机组位置检测装置要根据不同采煤机型,做具体结构设计。

(王道孔)

caimei liandongji

采煤联动机 (coal-face wining aggregate)

采煤工作面内协调地完成破煤、装煤、运煤和支护等全部工序,在运动上相互关联,结构上组成一体的采煤设备(见下图)。采煤联动机可以实现少工序连续采煤和无固定操作人员跟机操作,适用于各种倾角的薄及中厚煤层长壁采煤工作面。它正常采煤运行时,操作人员位于工作面端头,也可在巷道内进行遥控,是采煤工作面实现自动化的一种技术途径。

基本结构 采煤联动机一般以正面工作方式,在工作面全长上由若干个截割刀具同时连续地破落煤体,且一次采出煤层全厚。其结构整体性强,在各功能机构之间有紧密的结构联系,运动上高度协调,不能从整体中分解成独立的功能机械。通常由各功能机构及其传动装置、电动机、辅助装置等组成。破煤、装煤和运煤工序往往由一条垂直于顶底板平面内封闭运行的重型传动链完成,传动链中装有若干个带截齿的齿座

和运煤刮板(倾角较大的走向长壁工作面煤块能自行下滑不需要运煤刮板),上股链沿顶板破煤,下股链沿底板破煤,并将破落的煤块运出工作面并装入工作面运输巷内的转载机。传动链由工作面两端的传动装置驱动,液压紧链器紧链。齿座和运煤刮板在导向装置上滑行,导向装置安装在支架节上,通过油缸可调节高度,使截齿沿顶底板截割。支架节控制工作面顶板,并分组(两组或三组)交错向前推移。其中一组前移时连同导向装置、传动链及其驱动装置一起推向煤壁,使截齿切入煤体。达到规定的循环截深后,其余的支架节再交错前移。操作人员在工作面两端观察运行状态并通过集中控制器进行控制。如果装上各类传感元件(包括煤岩分界识别传感元件)和工况监测、自动控制、信息传输等系统,就能在巷道甚至地面进行远距离控制,实现无人工作面。

适用于急斜煤层的采煤联动机往往采用倾斜长壁俯斜采煤方法。工作面成水平状态,传动链中装有运煤刮板,将煤块运到溜煤眼自行下滑,至水平运输巷运出。

简史 苏联从50年代初开始研制采煤联动机。近年来德国也曾介入研制。由于生产能力未达到预期要求,对工作面地质条件变化(煤层厚度变化,断层等地质构造等)的适应能力较差等原因,至今仍处于试验研究和小范围试用阶段。

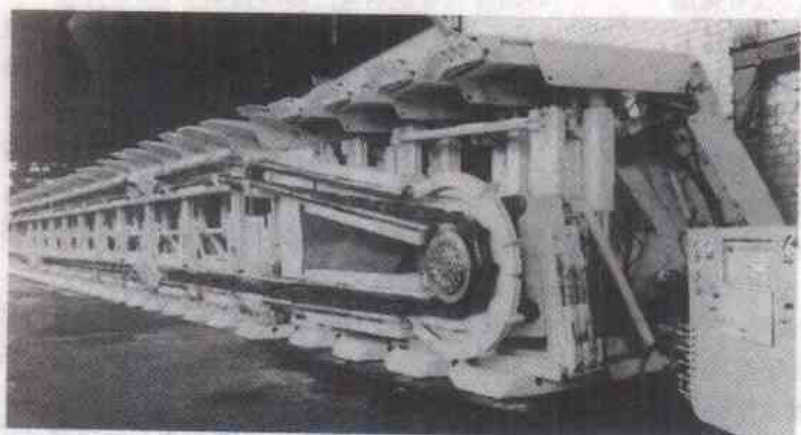
(陶驰东)

caimei shebei

采煤设备 (coal mining equipment) 在采煤工作面为完成破煤、装煤、运煤、顶板控制等全部作业的机电设备总称。设备的选用取决于煤层的赋存条件、采煤方法和采煤工艺,而采煤设备的技术发展又促进了采煤方法和采煤工艺的更新。采煤设备的装备水平是矿井技术水平的主要标志之一。

分类 按采煤方法可分为长壁式采煤设备和房柱式采煤设备两大类。中国广泛使用长壁式采煤设备。

长壁式采煤设备按机械化程度分为爆破采煤设备(简称炮采设备)、普通机械化采煤设备(简称普采设备)和综合机械化采煤设备(简称综采设备)三类。根据各种采煤设备所适用的煤层赋存条件,也可以按煤层厚度分为中



采煤联动机外观图

厚煤层、厚煤层和薄煤层采煤设备三类,按煤层倾角分为缓斜、中斜和急斜采煤设备三类。

房柱式采煤设备现代都使用连续采煤机破煤、装煤和转载,带转载机的可伸缩带式输送机或梭行矿车运煤。

组成和特点

炮采设备 以打眼放炮为主要破煤手段的爆破采煤工作面机电设备的总称。炮采工作面的机电设备较少,主要靠人力完成各项工序。破煤工序有直接打眼放炮和先掏槽后打眼放炮两种,前者仅使用煤电钻,后者使用截煤机和煤电站。装煤工序主要依靠人工撬煤,中国曾于50年代末应用电动撬煤机装煤。有些煤矿使用爆破装煤,在爆破时将部分煤炭直接装入工作面输送机。运煤工序依靠工作面刮板输送机来完成,有可拆卸式刮板输送机和可弯曲刮板输送机两种。早期使用可拆卸的刮板输送机,每采完一个循环需人工拆卸、搬运和组装一次。顶板控制早期采用木支柱及木顶梁,以后使用摩擦支柱(或单体液压支柱)及金属铰接顶梁。工作面运输巷的运输用刮板输送机。但也有矿车直接进入工作面的。其它还有供电设备、供液设备、回柱绞车和信号设备等。炮采设备对煤层赋存条件的适应性很强,可用于各种煤层倾角,但最大采高受到限制,当使用木支柱时一般为2.2m,使用单体支柱时可扩大到2.5m左右。当煤层倾角较大(中斜煤层)时,爆破落下的煤块因自重向下滑动或滚动,运煤工序可使用简易的溜槽。倾角更大(急斜煤层)时,装煤和运煤工序都不需要,而要解决煤块滚飞的安全措施。

普采设备 普通机械化采煤工作面机电设备的总称。普采设备用采煤机和工作面刮板输送机实现破煤、装煤和运煤工序的机械化,用单体支护设备(单体支柱和金属铰接顶梁)实现人工控制顶板。普采设备采煤的机械化程度比炮采大为提高,生产能力也较大,对煤层赋存条件的适应性局限在薄和中厚的缓斜煤层。按其技术发展又可分为深截深普采设备,浅截深普采设备(刨煤机普采设备)两个发展阶段。

(1)深截深普采设备 每一个工作循环的截深大于1.2m(一般为1.6~2m),采煤机贴底板行走,除了在采煤机和工作面输送机之间必须有一排支柱以外,采煤机采过后还要打一排跟机支柱才能支护住新裸露的顶板。破煤和装煤使用深截深采煤机,如截框式采煤机,只能单向采煤,反向时机器要成为下放状态,在煤壁和跟机支柱之间快速下放,然后再转换成工作状态,所以工作面两端需要人工开较长的切口。运煤使用拆卸式刮板输送机,每一个工作循环需要拆开、搬运和组装。顶板控制使用木支柱和木顶梁。其它配套设备还

有:供电设备、回柱绞车、信号设备等。这种采煤设备的生产能力低、工序复杂、劳动强度大。中国在50年代曾制造和推广使用这种采煤设备,60年代后已淘汰。

(2)浅截深普采设备 以浅截深采煤机、可弯曲刮板输送机、摩擦支柱和金属铰接顶梁等组成的采煤设备。初期的截深为0.6m,后来又逐渐增加到1m左右。由于截深减小,采煤机机身骑在刮板输送机的中部槽上或者机身位于工作机构的后方,不需在采煤机和输送机之间打支柱,也不需要打跟机支柱,金属铰接顶梁的悬出长度就可以支护机道和采煤机割过后新裸露的顶板,因此,可弯曲刮板输送机可以整体弯曲前移,大大提高了工作效率和减轻了劳动强度,也提高了生产能力。工作面运输巷运输可配用刮板输送机,也可配用转载机接可伸缩带式输送机。其它配套设备有相应的供电设备、供液设备、信号和通讯设备等。破煤和装煤最常用的是单滚筒采煤机,每一个循环先沿顶板割煤,紧跟着挂铰接顶梁支护顶板,反向时割底部煤,在其后隔一定距离推移输送机并在铰接顶梁下支上支柱。这种采煤设备的机械化程度和生产能力都较高,但是摩擦支柱和金属铰接顶梁需要人工支设、搬运和回柱,劳动强度大且很不安全,限制了生产能力的发挥。单滚筒采煤机还不能避免入工开切口。1993年中国普采工作面的平均月产为12444t。

高档普采设备是以单体液压支柱代替摩擦支柱的浅截深普采设备。单体液压支柱的性能较好(恒阻),支撑简便且初撑力大,允许远距离回柱,故劳动强度低,操作较安全。后来又发展成使用无链牵引的双滚筒采煤机,无链牵引使工作面安全状况进一步改善,双滚筒采煤机可以一次采全高和取消工作面两端人工开切口,减轻了劳动强度,生产能力也进一步提高。1993年中国高档普采工作面的平均月产为19739t。

(3)刨煤机普采设备 使用刨煤机破煤、装煤和运煤的普采设备。顶板控制使用单体支柱和金属铰接顶梁。刨煤机的刨头在煤壁上回来刨煤,同时整机向前推移,待移满一个步距(支柱排距)时,接好顶梁并打上支柱。由于单体支柱和金属铰接顶梁需要人工支柱、搬运和回柱,劳动强度大而且不够安全,限制了生产能力的发挥。刨煤机主要适用于煤质中硬以下,不粘顶、煤层厚度和直接顶较稳定、地质构造简单的煤层。

综采设备 综合机械化采煤工作面机电设备的总称。综采设备是将各种相对独立的机械合理地组合在一起,在工艺过程中协调工作,使采煤工作面的破、装、运、支护全部工序实现机械化。综采设备包括滚筒采煤机或刨煤机、可弯曲刮板输送机、液压支架、各种供电、供液设备和其它辅助设备。液压支架利用液压力实



现支撑、卸载和推移(推输送机 and 移支架),速度快,完全摆脱了人工控制顶板的劳动,确保安全生产。液压支架的使用又促使其它设备向大功率、高生产能力发展。滚筒采煤机从初期的单滚筒、链牵引,装机功率150~200kW发展到双滚筒、无链牵引,总装机功率1000kW以上;工作面刮板输送机从初期的装机功率150kW,输送能力250t/h发展到装机功率超过1000kW,生产能力达2000t/h以上;刨煤机的装机功率和生产能力也有了长足发展。此外,辅助工序也都实现了机械化,其它配套设备更加齐全、完善。工作面运输巷发展了相应生产能力的转载机和可伸缩带式输送机,在转载机中还安装了破碎大块煤的破碎机。工作面两端增加了端头支架。随着工作面装机功率的增加,供电电压由560V(500V),提高到1140V(1000V),目前又发展到3300V(5000V, 4160V, 2300V),使用了高容量的移动变电站和各种供电设备。为了提高液压支架的移架速度,发展了大流量高压力的乳化液泵,泵箱和供液管路。供水设备、工作面照明、通讯和信号设备也都有相应的发展。

现代综采设备的采煤工作面日产煤量已经达到万吨以上,甚至两万多吨,1993年中国综采工作面平均月产为52339t。综采设备的最大采高可达4.5~5m。大于4.5m的厚煤层一般采用倾斜分层采煤法,使用中厚煤层采煤设备。近年来出现了专为厚煤层倾斜分层采煤的综采设备,它的主要特点是使用了铺网支架,使分层开采的铺网工序也实现了机械化。用于煤层厚度大于6m的放顶煤综采设备,使用放顶煤支架,其它配套设备基本与中厚煤层综采设备相同,可以一次把全部煤层厚度采出。薄煤层采煤设备由于空间狭,实现机械化比较困难,可使用刨煤机或爬底板式滚筒采煤机。综采设备用在走向长壁采煤工作面,增加防倒防滑措施后可使用在倾角达35°的煤层。用在倾斜长壁采煤工作面煤层倾角一般不能超过12°。现已研制成适用于煤层倾角35°~55°的综采设备。主要措施为:提高采煤机牵引力并使其能够四象限运行、增加防止下滑和故障失控下滑的安全装置;工作面输送机增加阻挡煤块滚飞和制动装置;液压支架增添完善的防倒防滑装置以及考虑到由于倾角增大而带来的顶板控制和安全问题。急斜特厚煤层采用水平分段放顶煤采煤设备,破煤和装煤使用短壁滚筒采煤机,这是一种可以在工作面两端的巷道内切入而不需要切口的单滚筒采煤机,有专用的刮板输送机配套。顶板控制和放顶煤使用放顶煤液压支架。

简史和发展趋势 最初人们使用手镐破煤,人工装煤和人工拉筐运煤开采煤炭。后来,在煤矿中使用安

全炸药打眼放炮破煤代替手镐破煤,用简易输送机运煤。为提高打眼放炮的爆破效果,于1868年开始相继出现了圆盘式、杆式和链式截煤机,炮采设备逐渐形成和发展,直到目前,炮采设备仍是一些发展中国家小型煤矿和难采煤层(中斜、急斜和赋存不稳定的煤层)的主要采煤设备。由于炮采工作面人工装煤工序劳动强度大、安全性差、生产能力低,从本世纪30年代开始,研制了装煤机和截装机以代替人工装煤。40年代末,苏联研制了截框式采煤机,逐渐形成了深截深普采设备。50年代初,英国研制了骑在铠装可弯曲工作面刮板输送机中部槽上的滚筒采煤机,配合单体支柱和金属铰接顶梁,发展成了浅截深普采设备。40年代末,英国、苏联、联邦德国等相继研制成功自移式液压支架,为机械化控制顶板创造了条件。50年代初期,开始出现使采煤工作面的破煤、装煤、运煤和顶板控制工序全部机械化的综合机械化采煤设备,经过四十多年的不断完善和提高,成为全世界主要产煤国家使用最广泛、生产能力最高、最现代化的采煤设备。中国从1950年开始,淘汰手镐破煤、人力拖筐背煤、工作面不支护等落后的采煤工艺,采用以煤电钻打眼、爆破落煤为主的炮采工艺。1949年,鸡西麻山矿试用了第一台截煤机和刮板输送机。1953年,双鸭山岭西矿首先使用深截深的截框式采煤机、拆卸式刮板输送机和木支柱配套的深截深普采设备。1964年鸡西小恒山矿首先使用单滚筒采煤机、可弯曲刮板输送机、摩擦支柱和金属铰接顶梁相配套的浅截深普采设备。与此同时,刨煤机普采设备也开始发展。70年代初,推广综合机械化采煤,以液压支架、大功率滚筒采煤机、重型可弯曲刮板输送机、桥式转载机、可伸缩带式输送机、乳化液泵站、喷雾泵站、供电设备等组成的综采设备获得愈来愈广泛的应用。

采煤设备的发展趋势可以概括为:

(1) 综合机械化采煤是当前煤炭工业的技术发展方向。80年代以来,世界各主要产煤国家都在开发和应用大功率、高可靠性、高效率、高生产能力的新型综采设备并取得了成效。

(2) 发展采煤设备自动化技术以实现无人采煤工作面,除了检查、维护和调整等作业以及处理故障以外,没有固定工人跟机操作。随着微电子技术和计算机技术的发展,工况监测、故障诊断、自动控制、信息传输等高新技术在采煤设备上的应用,操作人员可以在工作面运输巷或工作面回风巷集中控制采煤设备的运行,甚至可以在地面控制室集中控制,以彻底解决操作人员必须在工作环境恶劣的工作面内跟机操作的现状。



(3) 采煤联动机进一步完善和提高。采煤联动机是使采煤工作面的破煤、运煤、支护等工艺协调地完成,运动上相互关联,结构上又组成一体的采煤设备,是实现无人采煤工作面的另一条途径。采煤联动机自50年代初在苏联出现以来,经过多次改进、完善和提高,由于对地质条件的适应性以及机件的可靠性等问题,至今尚未获推广。

(4) 难采煤层采煤设备的研制。急斜煤层、极薄煤层以及赋存不稳定煤层等难采煤层的开采机械化程度和生产能力还比较低,需要繁重的人力劳动,工作环境恶劣、安全保障较差。正在研制适合于这些煤层使用的机械化程度较高的采煤设备。

(周永昌 张务逸)

caiqu biandiansuo

采区变电所 (district substation) 采区的变、配电中心。采区变电所供一个采区或负荷较小的几个采区用电。对于负荷大、工作面多的采区,也可设两个以上的采区变电所。

设备组成 采区变电所内的设备有动力变压器、照明变压器、高压防爆开关、低压馈电开关、检漏继电器、照明灯具等。所有设备均须采用防爆型。低压电气设备严禁使用油断路器及带油的起动机。

电源路径 采区变电所的高压电源电缆通常自井下主变电所或经其它采区变电所引入。电缆经过井底车场、运输大巷及轨道上山斜巷接至采区变电所。当采区距离远且采区上部地面有适当电源时,也可由风井或打钻孔将电缆引入采区变电所。对于负荷很小的矿井,电源电缆可直接由地面以低压引入。电缆经井筒或钻孔接至井下,此时只有采区配电点。

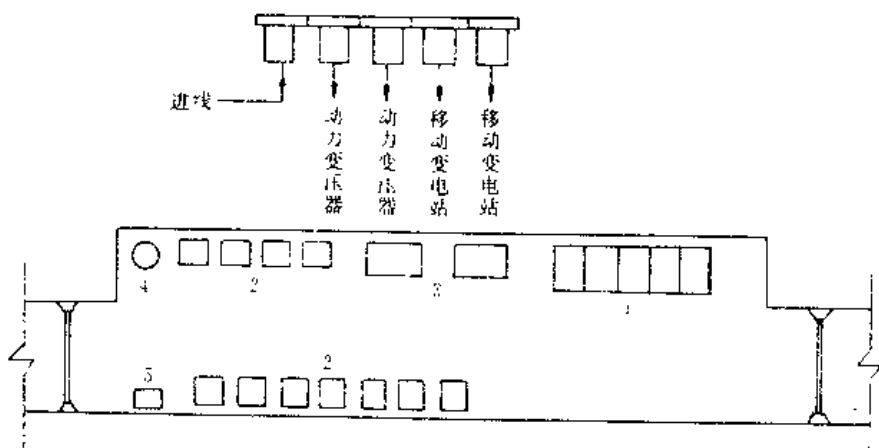
接线系统 采区变电所的进线通常设进线断路器,只有单回路电源进线且无高压出线时才不设进线断路器。负荷不大的采区变电所通常采用单回路电源,设一段母线。负荷大的采区,如有综采工作面,下山排水设备、或工作面多的采区,采区变电所采用双回路电源进线。双回路同时供电时,采用单母线分段系统,母

线间设联络断路器,正常时分列运行;当双回进线为一回路工作,一回路备用时,只设一段母线。双回路电源也可采用环形供电,两个采区变电所各有一回进线并在两变电所之间设联络线,互相作为备用电源。

变压器低压侧设出线馈电开关,接至低压母线,母线以电缆连接。出线经馈电开关送至配电点或其它用电设备。两台或多台变压器的低压侧可采用各自分列运行的方式,也可在母线间设联络开关,平时分列运行。运行方式视负荷情况而定。

硐室构造 采区变电所硐室构造的要求和井下主变电所相似(见井下主变电所),但采区变电所硐室应用不燃性材料支护。

设备布置 设备布置的要点也和井下主变电所相似,但采区变电所的设备均为防爆型,防爆设备不允许在井下检修,所以设备对墙及设备间距离只要便于安装、搬运即可。因采区变电所服务年限不长,设备变化不多,所以只需留有适当的备用位置。硐室内不设电缆沟,高、低压电缆均挂在墙上。接地装置设局部接地极。设备布置如下图所示。



采区变电所高压系统及设备布置示例图

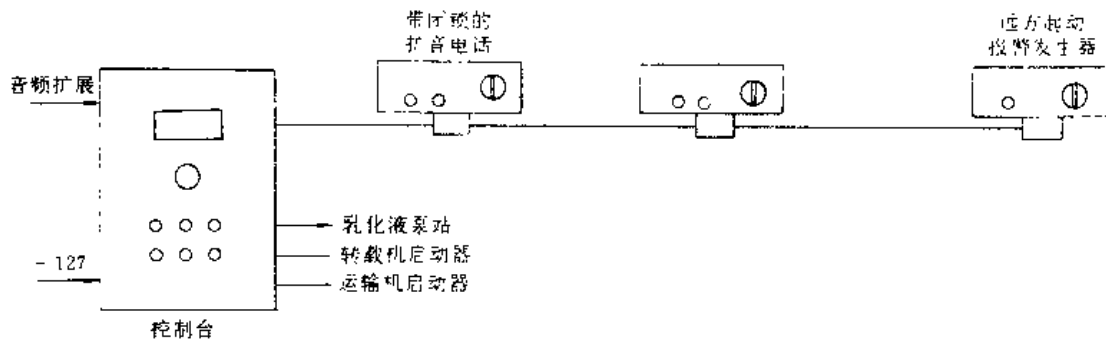
1—高压防爆开关; 2—低压防爆馈电开关; 3—动力变压器;
4—照明变压器; 5—检漏继电器

参考书目

顾永辉等编, 煤矿电工手册, 煤炭工业出版社, 1981年。

(邓继棠)

caiqu tongxin xinhao kongzhi zhuangzhi
采区通信、信号、控制装置 (district communication, signal and control equipment) 对煤矿采区的机械化设备进行控制及信号、通信联络的



典型的采区通信、信号、控制装置布置图

装置。矿井综采或高档普采工作面装备的设备一般可有伸缩胶带输送机、转载机、刮板输送机、破碎机、乳化液泵站等。该装置可实现上述设备的起动预警告信号、起动、停止、沿线急停并闭锁；对通信电缆开路、短路的监视；各设备起停的相互连锁；各设备之间通信、信号联络；与相关电磁起动器配套的接口转换；与地面调度通信的汇接；以及各套设备之间的通信扩展、

工况传感器等相关辅助设备的连接。典型的布置如上图所示。

(郭成伟)

cangshi guaban shusongji

仓式刮板输送机 (bunker scraper conveyor)

具有高挡板的可储存和转载煤炭的刚性刮板输送

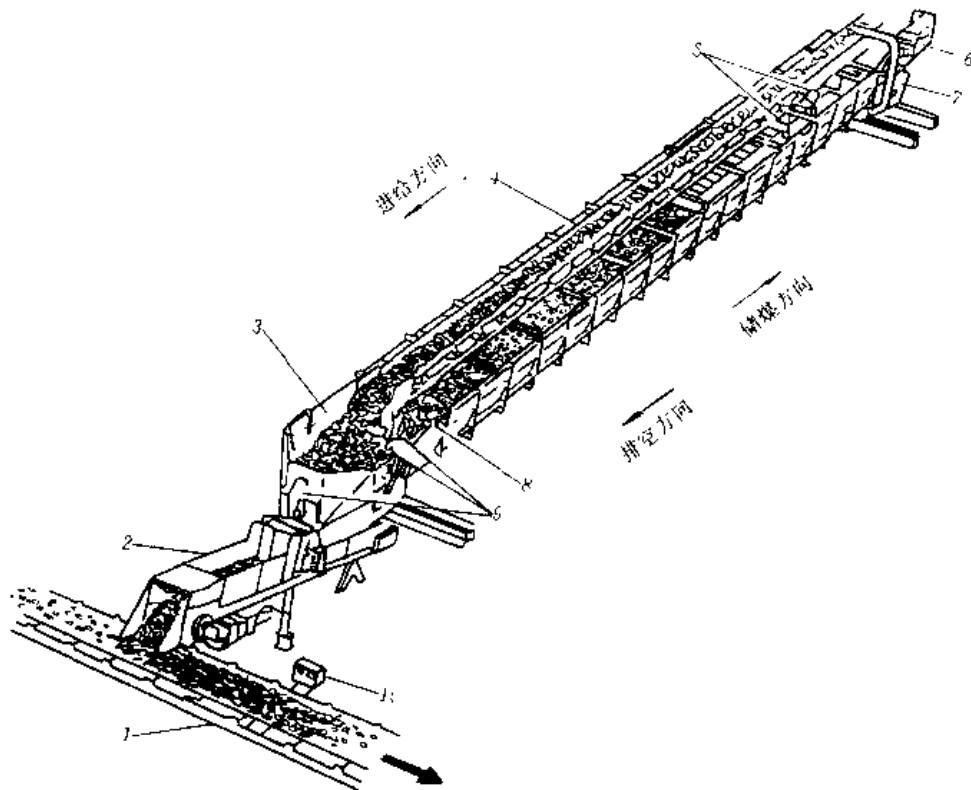


图1 仓式刮板输送机装载和卸载过程示意

1—主巷带式输送机；2—定量刮板输送机；3—仓式刮板输送机；4—给煤带式输送机；

5—满仓传感器；6—仓式刮板输送机动力泵站；7—仓式刮板输送机传动装置；

8—煤仓排空传感器；9—煤仓运行传感器；10—皮带秤



机。它可取代作为煤仓使用的溜煤眼,有效地保证采煤、掘进工作面的连续生产,发挥井下运输系统的潜力,并可减少开拓量,节约大量工程费用。仓式刮板输送机安装在采区下顺槽出口或掘进巷道中,通过给煤带式输送机,承接来自采煤(或掘进)工作面运来的煤流。其工作过程如上页图1所示。

仓式刮板输送机有煤流直接转载、煤仓储存、煤仓卸载三种运行方式(图2)。

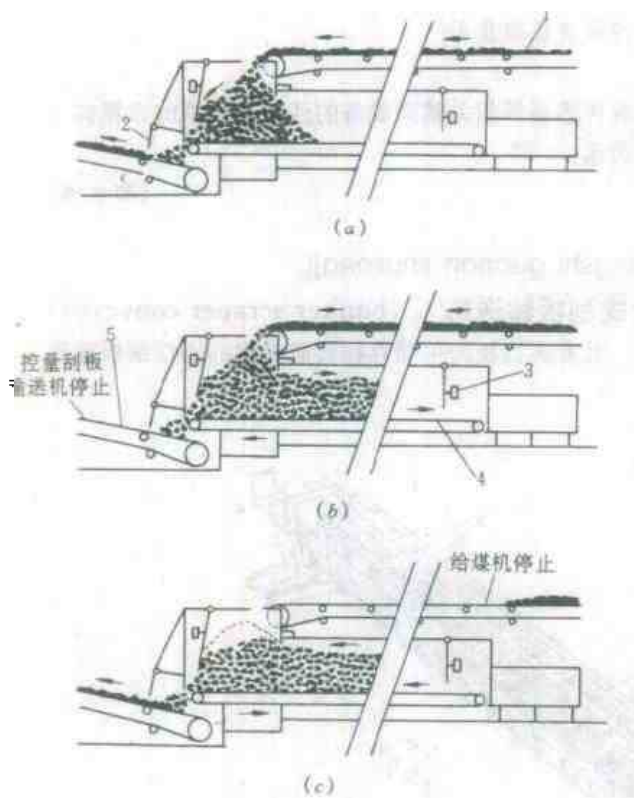


图2 仓式刮板输送机运行方式示意

a—煤流直接转载; b—煤仓储存;

c—煤仓卸载

1—给煤带式输送机; 2—闸门; 3—满仓传感器;

4—仓式刮板输送机; 5—控量刮板输送机

煤流直接转载 在运煤系统正常情况下,由工作面刮板输送机运来的煤流,经桥式转载机、可伸缩带式输送机、给煤带式输送机,直接经控量刮板输送机向主巷带式输送机或矿车供煤,此时仓式刮板输送机停机不动。

煤仓储存 主巷带式输送机或矿车运输停运时,仓式刮板输送机刮板链以低速反向运行,将全部或部分煤炭储存至仓内,直到煤位升高触及满仓传感器时停止运行。

煤仓卸载 煤仓下部运输系统正常运行,并且工

作面运输系统无煤源或主巷运输系统欠载时,仓式刮板输送机刮板链以所需速度(其速度可按所供煤量进行自动调节)正向运行,将仓内储存煤炭逐渐卸载。

20世纪60年代,英国生产了50t、75t、100t仓式刮板输送机,目前的最大储存量为300t。中国于1989年生产了储存量为30t掘进运煤系统用仓式刮板输送机。

(常育文)

cexieshi zhuangzai (zhuang yan) ji

侧卸式装载(装岩)机 (side discharge loader)

用铲斗作工作机构从底部铲取爆落的岩石,而后机器退到卸载点,铲斗向一侧翻转卸载的装载机械。主要用于在煤矿岩石平巷、18°以下小倾角斜巷、硐室、隧道以及其他矿山工程中铲装爆落的松散岩石,也可作为材料和设备的短途运输设备,还可充当登高支护作业的工作台以及用来清理巷道内的散落物。侧卸式装载(装岩)机适用的巷道断面,既取决于机器自身的最大宽度(履带或铲斗的宽度)和卸载时的最大高度,又取决于配套设备。与刮板式转载机配套时,最小适用断面约6m²;与矿车配套时,巷道断面不小于10m²。

分类 按行走履带驱动方式分为气动、电动和电液驱动三种。接铲斗臂的结构型式可分为固定斗臂、伸缩斗臂和摆动斗臂三种。伸缩斗臂侧卸式装载(装岩)机又可分为单臂和双臂两种。目前大多数侧卸式装载(装岩)机采用固定式斗臂结构(参见彩照插页第2页)。

气动侧卸式装载(装岩)机 两台气动马达分别驱动两侧的履带。一台气动马达驱动液压泵,为铲斗装岩机的各个液压缸提供动力。气动马达排气噪声大,废气污染作业环境,耗气量大,能源利用率低。

电动侧卸式装载(装岩)机 由两台电动机分别驱动两侧履带,一台电动机驱动铲装机构的液压泵。电动侧卸式装载(装岩)机克服了气动的一些缺点,但履带起动不平稳、冲击力大、不能变速,必须设制动系统。

电液驱动侧卸式装载(装岩)机 由电动机驱动装载(装岩)机自身的液压泵站,向两台行走液压马达和铲装机构的各液压缸供液。电液驱动的侧卸式装载(装岩)机行走平稳,冲击力小,作业时噪声小,不污染环境,还可实现无级变速,简化了行走机构,且无需制动系统。随着液压技术的发展,系统工作压力可进一步提高,更有利于装载(装岩)机斗容加大和行走速度的提高。

基本结构 主要由铲装机构、履带行走机构、液压

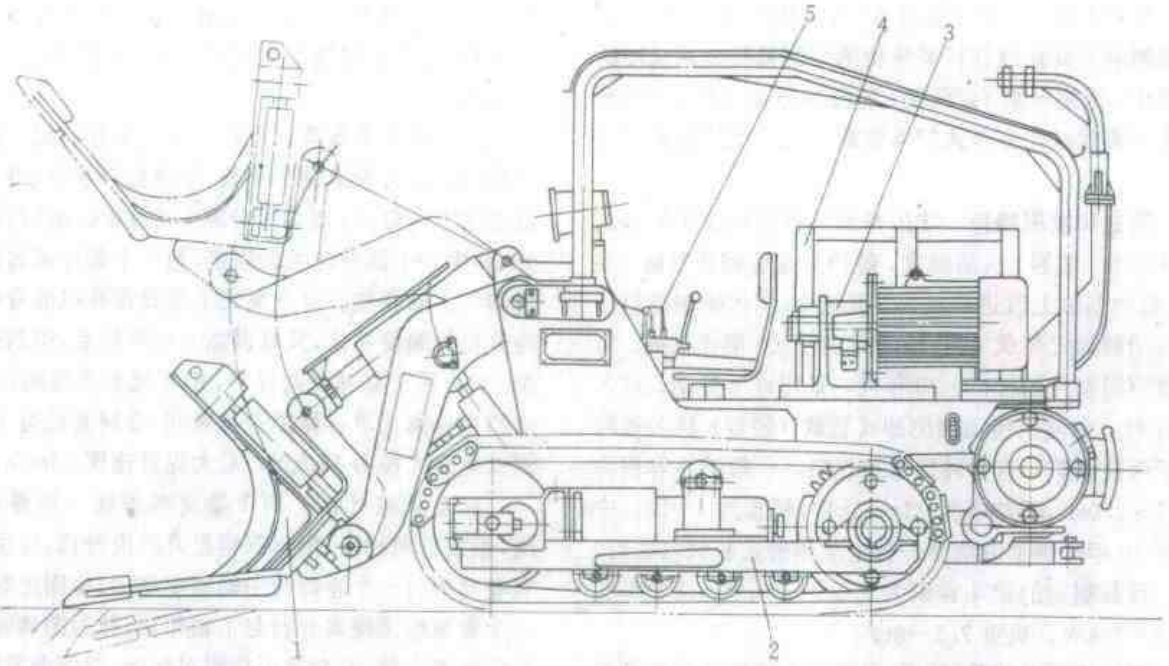


图1 侧卸式铲斗装载(装岩)机

1—铲装机构；2—行走机构；3—液压装置；4—电气系统；5—操纵系统

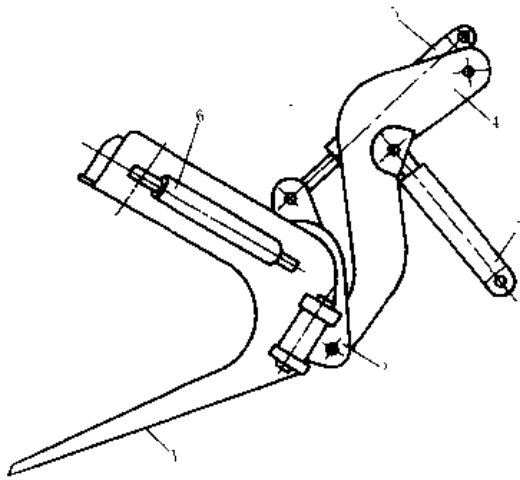


图2 铲装机构示意图

1—铲斗；2—铲斗座；3—升降液压缸；
4—斗臂；5—翻斗液压缸；6—侧卸液压缸

传动系统、电气系统、制动和操纵系统等组成(图1)。

铲装机构 由铲斗、铲斗座、侧卸液压缸、翻斗液压缸、升降液压缸和斗臂等组成(图2)。

(1)铲斗 直接铲装岩石的斗形构件,一般采用耐磨钢板焊接制成。铲斗容积为 $0.45\sim 2.0\text{m}^3$,其最先插入岩堆底部的部分称为斗唇,有平斗唇和弧形斗唇两种。平斗唇铲斗插入阻力较大,但清理巷道散落岩石的效果较好;弧形斗唇铲斗插入阻力较小,适于铲装硬岩。铲斗可以制成一侧敞开或两侧均敞开的形式。

(2)斗臂 铲斗和铲斗座的支撑和升降机构,后端

部与装岩机的机架铰接。固定式斗臂多采用“H”形框架,它与翻斗液压缸、铲斗座和机架共同组成双曲柄摇杆机构;伸缩式斗臂一般为内外两层矩形断面套接的悬臂梁,外层为主臂(定臂),内层为动臂,动臂的前端与铲斗座相连,主臂与动臂之间安装液压缸,液压缸活塞杆直接推动动臂伸缩。当采用双伸缩臂时,为了扩大装载面,两个伸缩臂还可以分别作横向摆动;摆动式斗臂可以上下和左右摆动,其横断面多为矩形。

履带行走机构 实现装岩机的行走功能,给予铲装机构在铲装岩石时所需的插入力和承载机器的总重量,由履带总成(又称履带链)、引导轮、支重轮、托链轮、驱动链轮、行走液压马达(或风动马达、电动机)、张紧和缓冲装置、履带架和机架等组成。见掘进机械履带行走机构。

液压传动系统 由液压泵、行走液压马达、油箱、驱动电机、多路控制阀、压力表、过滤器和管路等组成。先进的液压系统中还采用一系列安全保护元件、自控元件和电磁阀等。

电气系统 由防爆开关箱、电动机、照明灯、报警器、控制开关和按钮等组成。动力回路由电动机台数决定,检测与故障显示、安全保护和自动控制回路因机型而异。动力回路的电压有 $380/660\text{V}$ 和 $550/1100\text{V}$ 两种,中国采用前一种。电动侧卸式铲斗装载(装岩)机的行走电动机为绝缘等级和热容量较高的专用电动机。

制动系统 一侧(或两侧)行走电机断电时,司机施加制动力并通过杠杆系统使闸带闸紧行走减速器的制动轮,迫使一侧(或两侧)的履带停止运转。用这种方法来实现电动侧卸式铲斗装载(装岩)机的制动或转弯。

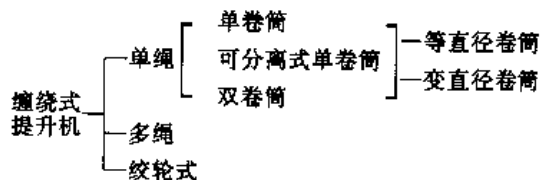
简史和发展趋势 法国是最早研制和使用侧卸式铲斗装载(装岩)机的国家,最初是在后卸式装载(装岩)机的基础上改进而成,20世纪50年代研制成第一代气动侧卸式装载(装岩)机,并于60年代在德、英等欧洲国家开始推广。70年代,采用液压传动。进入80年代,全液压传动的侧卸式装载(装岩)机大量应用于西欧煤矿,有多种型号和规格,一般铲斗容积为 $0.45\sim 2.0\text{m}^3$,总功率为 $22\sim 75\text{kW}$,机重为 $4\sim 21\text{t}$ 。中国于80年代研制成功第一台电动侧卸式装载(装岩)机,目前制造的铲斗容积为 $0.6\sim 0.75\text{m}^3$,总功率为 $48.5\sim 52\text{kW}$,机重 $7.5\sim 8\text{t}$ 。

侧卸式铲斗装载(装岩)机将以全液压传动逐渐取代气动和电动。随着井下开采技术的发展,巷道断面逐渐扩大,斗容和功率也将向大型化发展。日本70年代初制造出操纵方便,机动灵活的小型侧卸式遥控装载(装岩)机,主要用在司机不能进入的特殊危险地区。

(王维华)

chanraoshi tishengji

缠绕式提升机 (drum winder) 利用钢丝绳在卷筒上缠绕和放出,实现容器升降的机械。钢丝绳一端固定并缠绕在提升卷筒上,另一端绕过天轮悬挂提升容器,利用卷筒正、反方向转动缠绕或放出钢丝绳,实现提升容器的升、降运动。根据缠绕钢丝绳的数目、类型及卷筒的结构,缠绕式提升机可分为:



单绳缠绕式提升机 一个容器只用一根提升钢丝绳悬挂的缠绕式提升机。单卷筒提升机一般在卷筒上只缠绕一根钢丝绳,作单钩提升。它重量轻、体积小、基建投资少;但提升量有限,容器自重不能平衡,宜用于井深小于 350m 、提升量较小的斜井及立井凿井提升。当卷筒(提升机上用以缠绕钢丝绳的部件)上分别固定两根缠绕方向相反的钢丝绳时,卷筒转动,一根钢丝绳由卷筒放出,另一根缠入,可作双钩提升,但不能多绳缠绕。单卷筒双钩提升不便于调节绳长及更换提升水平,不适于双容器多水平提升,只能用于装、卸载

相对位置要求不严格的双容器或带有平衡锤的单容器提升系统。中国已制造出卷筒直径 3m 及 3m 以下的单卷筒提升机。

可分离式单卷筒提升机 为使单卷筒提升机在双钩提升时能方便地调节绳长、更换提升水平,将单卷筒沿宽度方向分开,成为可分离(可相对转动)的两个部分,其中一个部分与主轴固定,另一个部分通过调绳离合器与主轴联接。可分离式单卷筒提升机既有单卷筒提升机的缠绕功能,又有调绳方便的特点,但制造稍复杂。它可用于立井双钩提升,但不能多层缠绕。中国制造的可分离式单卷筒提升机系列,卷筒直径为 $4\sim 5\text{m}$,钢丝绳最大拉力 180kN ,最大提升速度 14m/s 。

双卷筒提升机 两个卷筒各缠绕一根提升钢丝绳,缠绕方向相反,用作双钩提升的提升机,应用广泛。双卷筒中的一个卷筒与主轴固定联接,称固定卷筒;另一个卷筒经调绳离合器与主轴相联,称为游动卷筒。打开调绳离合器,两卷筒可作相对转动,以便调节绳长及适应多水平提升(图1)。

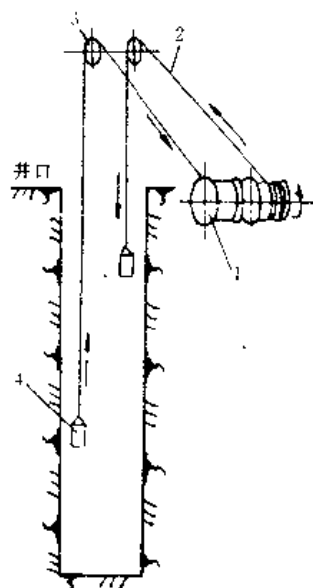


图1 双卷筒提升

1—卷筒; 2—钢丝绳; 3—天轮; 4—提升容器

单绳缠绕式双卷筒提升机可作多层缠绕,但应遵循有关规程对多层缠绕的规定。多层缠绕时,卷筒上宜刻制平行绳槽并装过渡楔,以实现正确排绳和各绳之间的平稳过渡。

单绳缠绕式提升机,按卷筒外形结构又分为等直径、变直径两种。等直径圆柱形卷筒结构简单,制造及维护容易,价格也较低,得到普遍应用。变直径卷筒(双圆柱圆锥形、圆柱圆锥形、圆锥形等)能部分平衡

提升过程中的力矩,适用于深井提升,但卷筒笨重且制造复杂,目前大多数国家均不再生产,而用多绳摩擦式或多绳缠绕式提升机代替。

单绳缠绕式提升机工作可靠,可不采用平衡尾绳。这种提升机适用于双容器多水平、浅井及中等深度、终端荷重不大的矿井,不适用于深井、大终端荷重的情况,因为钢丝绳直径及卷筒容绳量要求过大会导致机体庞大。过大直径的钢丝绳制造和悬挂使用也不方便。中国制造 5m 及 5m 以下的单绳缠绕式提升机系列,最大静拉力 260kN,最大静拉力差 180kN,最大提升速度 14m/s。前苏联生产的等直径双卷筒提升机,最大直径达 6m,最大静拉力 300kN;双圆柱圆锥形卷筒提升机最大直径达 9m。

这类提升机的主要部件有:卷筒、主轴、主轴承、制动器、液压站(或气压、油压制动传动装置)、减速器、深度指示器、操纵台等。双卷筒和可分离式单卷筒提升机还装有调绳离合器。配套设备有:电动机及电控设备(包括动力制动、低频或微拖装置)、安全监控及检测设备等(图 2)。



图 2 单绳缠绕式提升机外形

多绳缠绕式提升机 又称布雷尔(Blair)式提升机,简称 BMR(Blair Multi Rope)。工作原理与单绳缠绕式一样,只是采用两根或多根提升钢丝绳代替一根钢丝绳与容器连接。两根绳或多根绳分别缠绕在一个被分隔的卷筒上,并在每个分隔段内作多层缠绕(图 3)。该机型由南非罗伯特·布雷尔(Robert Blair)应超深井使用条件而设计,1958 年开始在南非等国的一些深井(1000~2400m)使用,截至 80 年代末,已有 30 多台投入运行。卷筒直径 2.5~5.1m,缠绕层数达

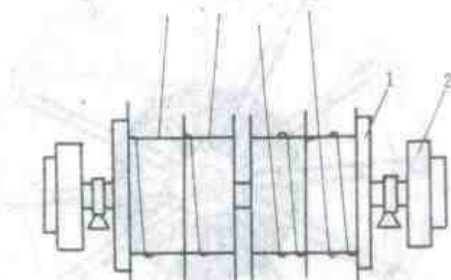


图 3 多绳缠绕式提升机原理

1—分隔卷筒;2—悬臂式电机

5 层,一次提升量 10~30t,最大提升速度 18.5m/s。据南非等国的使用经验,深井提升采用平衡尾绳时,会因钢丝绳波动范围的加大而缩短钢丝绳使用寿命,当井深超过 1500m 时,提升钢丝绳的消耗费用急剧增加。这种提升机不采用平衡尾绳,可适用于井深超过 1400m 的深井提升。

多绳缠绕式提升机由于没有尾绳平衡,需装备较大功率的电动机,因此机器体积和重量比多绳摩擦提升机大。为确保钢丝绳之间的张力平衡及等速的提升速度,应装设多钢丝绳张力平衡装置及误缠绕排绳检测装置。

1978 年,中国广西大厂矿务局巴厘锡矿出自安全考虑,将直径 2.5m 的单绳缠绕式双卷筒提升机改为双绳缠绕式。在卷筒中间加了隔板,每个卷筒上的两根钢丝绳各自独立缠绕排列,天轮及连接装置也进行了相应改造,运行情况良好。中国正在开发用于浅井、大提升量的多绳缠绕式提升机。

绞轮式提升机 用扁钢丝绳向绞轮上缠绕以带动提升容器运行的提升机械(下页图 4)。绞轮的宽度略大于扁钢丝绳的宽度,扁钢丝绳在绞轮上作多层卷绕,并随卷绕层的增加使卷绕半径变大,属变缠绕半径部分平衡提升。

绞轮式提升机适用于深井凿井提升(在浅井也有应用)。扁钢丝绳在终端荷重作用下不旋转,可以避免吊桶在无罐道绳的井筒中运行时旋转。另外,机器重量轻,机房面积小,基建及安装费用较双卷筒提升机可减少 20%左右,电动机功率也可减少 20%。70 年代以来,德国采用两绞轮可分别操纵的双绞轮提升机,已开掘了近 10 个深度为 1500m 的立井。

绞轮式提升机用的扁钢丝绳,是以半机械化手工方式制造的,价格高、寿命较低。

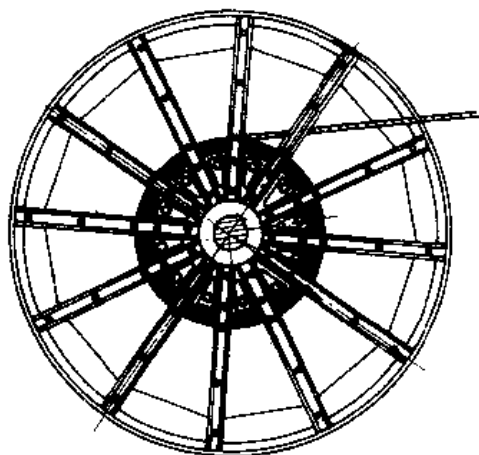


图4 绞轮结构示意图

参考书目

L. R. Robinson, Proceedings of International Conference on HOISTING-MEN MATERIALS MINERALS, Print cape (Ltd), 1973.

(孙玉蓉)

chanyunche

铲运机 (scraper) 适用于煤矿井下, 可完成煤、矸石、设备、材料的铲、运、卸并可运送人员的井下无轨自行运输设备。适合于中短距离运输, 运载爬坡能力最大为 16° , 一般要求巷道宽度大于 3.5m 。

分类 煤矿井下用的铲运机按动力源分为防爆柴油机和防爆蓄电池两种。防爆蓄电池铲运机车体较重、车身矮, 车速一般不超过 2.5m/s , 爬坡能力一般不大于 12° 。有推卸铲斗和铲板两种型式。推卸铲斗用于铲运煤、矸石, 清理巷道, 运送散装材料等; 铲板式用于铲运机电设备、液压支架等。推卸铲斗和铲板可以互换。防爆柴油机铲运机除可配推卸铲斗和铲板外, 还可以快速更换各种用途的工作机构。它生产效率高、机动灵活, 但维修和操作复杂, 排出的废气须净化处理和加强通风。

工作原理 铲运机采用铰接车架、四轮驱动、双向行驶、全液压动力转向。前车为工作承载车, 后车安装动力和主传动机构, 驾驶室在两桥之间侧向布置。重载铲运车采用塑料或橡胶充填的实芯轮胎。该车由传动系统、制动系统、转向系统、电气系统、工作装置与机架等组成。防爆柴油机铲运机采用液力、机械传动, 动力经过桥箱、动力换挡变速箱、变矩器、前后驱动桥传至车轮, 实现无级变速。防爆蓄电池铲运机以蓄电池为能源供给牵引电动机, 经减速机构带动驱动装置运行, 采用可控硅脉冲调速。铲运机的工作制动采用液压油控制的钳盘式或油浸多盘式制动器, 对轮边旋转盘或车

轴进行制动。紧急制动和停车制动靠油浸多盘式制动器通过弹簧压紧、液压松闸来制动驱动桥输入轴。铲运机的工作装置由工作油缸、支承臂和铲斗等组成。铲斗铰接在支承臂上, 由工作油缸控制动作。推卸铲斗为平底, 内装有推板, 利用转动油缸可使铲斗上下转动一定角度, 以利装运物料和清理巷道。铲板为一平板, 用转动油缸控制铲板在上下一定角度内转动。前车上一般都设置有液压绞车, 在铲运重型设备或液压支架时, 将其放正位置或直接拉到铲板上。通过快速更换装置可在较短时间内更换所需要的工作机构。

简史 20 世纪 60 年代以来, 美国、英国相继研制了蓄电池铲运机和柴油铲运机, 用于矿井辅助运输和开拓掘进巷道中运输煤、矸石。随着长壁综采设备的发展, 又相继研制出整体运输液压支架的铲运机, 随后又发展了具有多种更换装置的铲运机。随着综采设备的日益重型化, 铲运机趋向大型化, 专用于搬运重型设备。

(王喜安)

chigui jiche

齿轨机车 (rack track car) 借助道床上的齿条与机车上的齿轮来增加爬坡能力的矿用机车。这种机车在正常坡度上和普通的机车一样, 靠轮对与轨道粘着牵引。粘着驱动时, 传动装置的齿轮离合器脱开而使齿轮空转; 超过正常坡度时, 靠齿轮与齿轨啮合驱动, 同时传动装置使粘着传动离合器脱开, 车轮为自由轮。

分类 根据轮箍的材质, 机车可分钢轮式齿轨机车和胶套轮式齿轨机车。

钢轮式齿轨机车 由钢轮与钢轨粘着驱动。由于煤矿井下空气相对湿度大, 轨面经常受到煤尘、油水、泥浆的污染, 粘着系数低 (干净轨面 $\mu=0.10\sim0.12$), 故此类机车在粘着驱动时爬坡能力限制在 2° 以下。啮合驱动时, 爬坡能力可达 12° 。适用于主要运输大巷、上下山及采区顺槽 (见彩照插页第 10 页)。

胶套轮式齿轨机车 由胶套轮与钢轨粘着驱动。胶套轮采用摩擦系数大 ($\mu=0.35$)、强度高、耐磨损的聚胺脂材料经过特殊处理套在钢轮上构成胶质轮箍。粘着驱动时其爬坡能力较钢质轮箍强。这类机车在 $1:10$ (5.7°) 以下坡度上用粘着驱动, 大于 $1:10$ 的坡度用啮合驱动。主要适用于上下山及采区顺槽的人员、材料、设备及矸石的运输, 亦可用于大巷运输。在近水平煤仓以盘区开拓方式的矿井中, 可实现大巷—上下山—采区顺槽轨道直达运输作业。

钢轮式或胶套轮式机车均无防掉道的卡轨装置,

限制了机车粘着牵引的运行速度 ($<2.5\text{m/s}$) 及啮合驱动时的爬坡能力 ($<12^\circ$)。

基本结构 机车的结构主要由传动系统、防爆动力系统、制动系统和走行系统等组成。

传动系统 由液力传动和机械传动两部分组成。液力传动通过液力变矩器(或偶合器)传递柴油机输出扭矩。机械传动的减速箱中具有两套不同速比、互不干扰的传动路线,使机车在齿轨啮合驱动运行时实现低速大牵引力,而在粘着运行时为高速小牵引力。

防爆动力系统 亦称防爆净化装置,用以保证柴油机车在井下运行时不致因燃烧的火焰及高温而引燃瓦斯发生爆炸事故,并使排出的废气不致污染环境。

制动系统 机车设有工作制动、停车制动、紧急制动 3 套制动系统,能保证在额定负荷及额定运行速度下,在所规定的距离内制动列车。制动操作系统设在前、后司机室内,在任一司机室内进行独立的操作。

走行系统 机车对正常坡度轨道铺设的要求和一般矿并运行轨道一样,只有在超过粘着牵引规定的坡度才铺设齿轨。为了使机车进入齿轨线段能保持正常啮合,首先要进入导入装置。导入装置有两种方式:一种是高速导入;另一种是低速导入。当坡度超过 10° ,需增设护轨,防止机车在运行中脱轨或翻车。

简史 英国于 1977 年研制出第一代钢轮齿轨机车,功率 68kW ,粘着驱动时速 16km ,啮合驱动时速 8km 。此类机车的功率已达 118kW 。中国于 80 年代研制了 66kW 齿轨机车。

(陆锡度)

chongji poyan

冲击破岩 (rock breaking by percussion)

利用机械冲击破碎岩石。冲击破岩是现代岩土和矿山工程广泛采用的方法,如用于凿岩、碎石和打桩等。按岩石破碎的实质,冲击破岩有:砸碎、凿岩、劈落等多种方式,其中以凿岩应用最广泛。

凿岩方式分类 凿岩是冲击破岩最重要的应用。

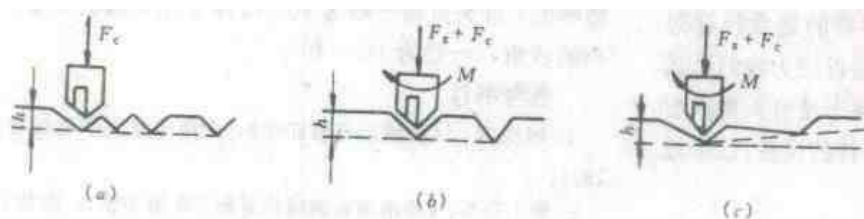


图 1 凿岩方式

a—冲击转动式; b—冲击回转式;

c—回转冲击式

凿岩机的活塞往复运动产生冲击力,使钎头侵入岩体,形成破碎坑,又由于钎头的转动,使破碎坑扩展成孔眼,并逐渐形成一定深度的钻孔,可以用作爆破孔或锚杆孔等。根据动作方式的不同,凿岩机凿岩有冲击转动式、冲击回转式、回转冲击式三种方式(图 1)。

冲击转动式 活塞产生的冲击力 F_c (图 1a) 使钎刃凿入岩体达深度 h , 形成破碎坑。钎头每被冲击一次后,就由转钎机构带动转过一个 β 角(图 2),再被冲击时,水平分力 F_f 把相邻破碎坑间的岩石剪碎。钎头的转动是间歇的。

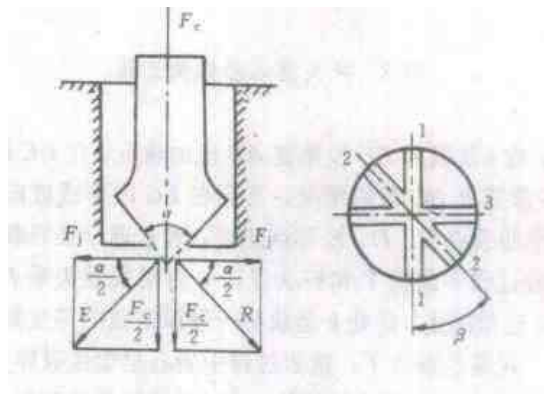


图 2 冲击转动的钎头

冲击回转式 轴向推力 F_s 把钎头紧紧顶在岩体上(图 1b),钎头以一定的转速连续转动,同时受到适当频率的冲击力 F_c 使钎头凿入岩体,形成破碎坑,水平分力和扭矩 M 把相邻破碎坑间已出现裂纹的岩石剪碎。

回转冲击式 和冲击回转式相似,但扭矩 M 和轴向推力 F_s 更大(图 1c),使钎头凿入岩体更深,凿岩效果更好。

破碎坑的形成机理 实验观察钎头凿入岩体的过程,不论是哪种凿岩方式,岩体脆性破碎形成破碎坑要经历几个步骤(下页图 3):①压碎钎头前岩石上的小突起,形成压痕;②岩体产生弹性变形并产生径向主裂纹;③钎头前的岩石被压碎,形成粉碎体;④粉碎体挤压周围岩体,使裂纹沿着剪切应力或拉伸应力的迹线延伸扩展到岩体自由面,崩落大的碎片;⑤重复循环上述过程,最终形成破碎坑。

载荷与钎头侵入岩体深度的关系曲线表明,钎头凿岩的过程一般是脆性破碎(下页图 4a)。在 AB 段形成粉碎体。在 B 点出现脆性崩裂,在 BC 段因崩出碎块而粉碎体缩小,载荷随着降低。然

载荷与钎头侵入岩体深度的关系曲线表明,钎头凿岩的过程一般是脆性破碎(下页图 4a)。在 AB 段形成粉碎体。在 B 点出现脆性崩裂,在 BC 段因崩出碎块而粉碎体缩小,载荷随着降低。然

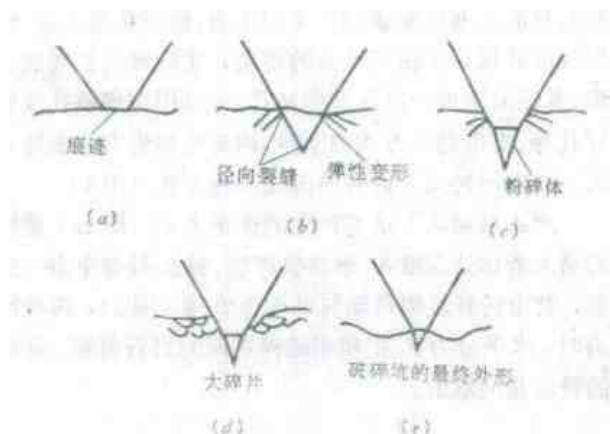


图3 钎头凿入岩体的过程

后,在CB段和EF段重复AB段的情况,在DE段和FG段重复BC段的情况,直至在FG段形成破碎坑。脆性崩裂点B、D、E等点连线,表示理论破岩载荷,凿岩过程中载荷 F 和钎头侵深 u 可用线性关系 $F=k \cdot u$ 近似描述,此处 k 是载荷—侵深曲线的等效斜率。

在某些条件下,凿岩过程中岩石呈塑性破碎(图4b)。在AB段形成粉碎体,在BC段粉碎体破裂,在CD段卸载形成破碎坑。整个过程比较平缓。

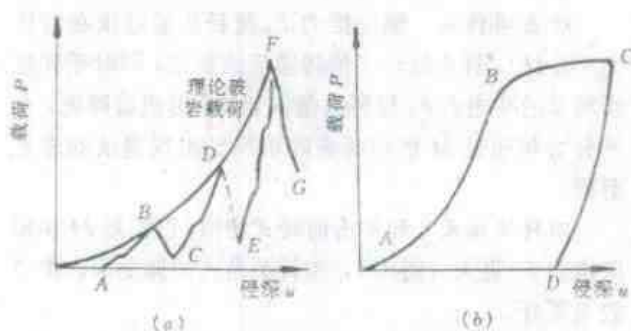


图4 凿岩过程的载荷—侵深曲线

冲击凿岩的能量传递 凿岩过程中的载荷是冲击载荷,在以几十微秒计的极短时间内,作用力的幅值变化很大。所以它的作用不同于静载荷。近30年来,国内外学者应用波动力学研究冲击凿岩的能量传递过程,认为冲击活塞传给钎杆的能量,是以应力波的形式沿钎杆传给钎头的。一部分能量消耗于使钎头凿入岩体,另一部分能量消耗于应力波沿钎杆的反射。这个过程的波动方程为

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

式中 $a=E/\rho$ 为应力波的传播速度; u 为钎杆截面的位移; x 为钎杆该截面至钎尾端面的距离; t 为时间; E 为钎杆的弹性模量; ρ 为钎杆的密度。

在此基础上,可以揭示冲击凿岩过程的本质和规律,研究各种工程实际问题。比如凿入效率,就是钎头凿入岩体破碎岩面所作的有用功和冲击活塞发出的冲击动能的比值,可以通过求解波动方程而导出。

$$\eta = 4 \cdot r^{(1+r)/(1-r)}$$

式中凿入指数 $r=m^2/M \cdot \mu$ 是表示整个冲击凿入系统情况的无量纲量; M 为冲击活塞质量; m 为波阻,就是使钎杆获得单位速度所需要的冲击力; μ 为凿入系数,是钎刃凿入岩体后其合成总载荷和侵入深度的比值。

凿入效率 η 表征着冲击凿入系统的好坏。通过分析上式,可以得出一些规律性的认识。凿入效率只取决于 r 的值。当 $r=1$ 时,凿入效率最高,达0.54136。当冲击活塞轻、岩石软,而钎杆重时,能量以拉伸波的形式沿钎杆反射, r 值比1大得多;反之,当 r 值比1小得很多时,能量以压缩波的形式沿钎杆反射,这两种情况的凿入效率都不高。

20世纪40~50年代,由于电子技术的发展,实验观测到了钎杆中应力波的传递过程。60~70年代形成了冲击凿入波动理论。80年代采用了电子扫描显微技术观察研究冲击凿岩的全过程。

冲击载荷下的岩石强度 凿岩机的冲击频率高达40~60Hz,即每次冲击加载的时间只有0.01s左右。在这种情况下,岩石的强度将提高。据对玻璃和瓷器所作的断裂强度试验结果分析,断裂强度 R 的倒数和加载时间 t 的对数有线性关系,即 $1/R=a+m \cdot \ln t$,式中 a 和 m 是材料常数。通过对比凿入试验可见,冲击破岩时的岩石破碎强度和侵入硬度要比静力作用时大,甚至大几倍,视载荷作用时间的长短而定。

冲击凿岩时,凿碎单位体积岩石所消耗的能量,称为凿岩比功。它反映凿岩的效果。实验结果说明,无论是改变冲击活塞的重量或速度,只要冲击功不小于某个极限,凿岩比功的值基本是稳定的。为了防止冲击活塞和钎杆产生永久变形,冲击速度一般不超过10m/s。而冲击活塞的重量和形状对冲击能量的传递效率是有影响的。钎头刃角一般为90°~110°。相邻两次冲击钎头的转角,一般为15°~40°。

参考书目

1. 赖海辉,《机械岩石破碎学》,中南矿业大学出版社,1991。
2. 徐小荷等,《冲击凿岩的理论基础与电算方法》,东北工学院出版社,1986。

(陶晓东 杨长明)

chongjiishi juejinji

冲击式掘进机 (impact ripper) 以安装在臂杆前端的冲击器,通过臂杆上、下、左、右移动冲击破碎岩(煤),实现整个断面的掘进并具有装载及行走功能的部分断面掘进机。多用于前进式长壁采煤法掘进半煤岩巷道,也可用于岩石单轴抗压强度 $50 \sim 350\text{MPa}$ 的岩石巷道。

工作原理 掘进时先用冲击器在工作面的薄弱部分掏槽,形成自由面,然后沿自由面四周冲击落岩(煤)。掘进半煤岩顺槽时,先用冲击器破碎煤体,然后再冲击顶、底板岩石,使大块岩石沿层面或节理面分离落下,装运出工作面。冲击器输出的冲击功越大,破碎岩(煤)所消耗的比能越少,破碎效率越高。因此,冲击式掘进机需采用大能量的冲击器,以提高破碎效率,降低比能消耗。

基本结构 冲击式掘进机由冲击器、工作臂杆、减振器、装载机构、行走机构、操纵控制系统及泵站等部件组成。

冲击器 冲击式掘进机的工作机构,它将液压能转换成冲击能,通过凿具以冲击方式破碎岩石。每次冲击的冲击能通常为 $1000 \sim 6000\text{J}$,有的可达 27000J 。它由供油与配油系统、贮能系统、能量转换系统、减振支承系统以及凿具等组成(图1)。

冲击器的供油与排油采用活动接头,排油口接头内装有油压调节器,可随油液的粘度变化调节油压,以避免低温起动时压力过高和环境温度过高时减少能量损失。贮能器为氮气隔膜式,它可以为冲击运动提供快速供油,并在柱塞向上作回程运动时,使富余的高压油进入,以吸收多余的能量,达到能量供需均衡。柱塞在液压能的作用下往复运动,将液压能转换成冲击能。根据工作参数的变化,可更换不同长度的柱塞,提高能量转换效率,冲击器通过减振支承系统与掘进机臂杆连接。该系统可以使冲击器传到臂杆的震动力大大减弱,有效地防止螺栓、螺母松动和销轴的过早磨损以及焊缝的疲劳开裂等。减振支承系统包括缓冲装置和弹性减振器。凿具以截锥形最为有效。凿具与框架的相对滑动部分,衬有凿具导套及前套筒。冲击器的各个部分均装在框架之内并可上下滑动,实现冲击运动,框架还起保护作用。

冲击器每产生一次冲击的循环过程可以分为4个阶段(下页图2)。

第一阶段: 由高压泵来的油经 HP 口流入柱塞 P 下端的 C 腔,推动柱塞向上。

第二阶段: 柱塞 P 上升过程中将阀套 D 向上推。阀套到达顶点位置时,高压油经阀套与柱塞之间的一

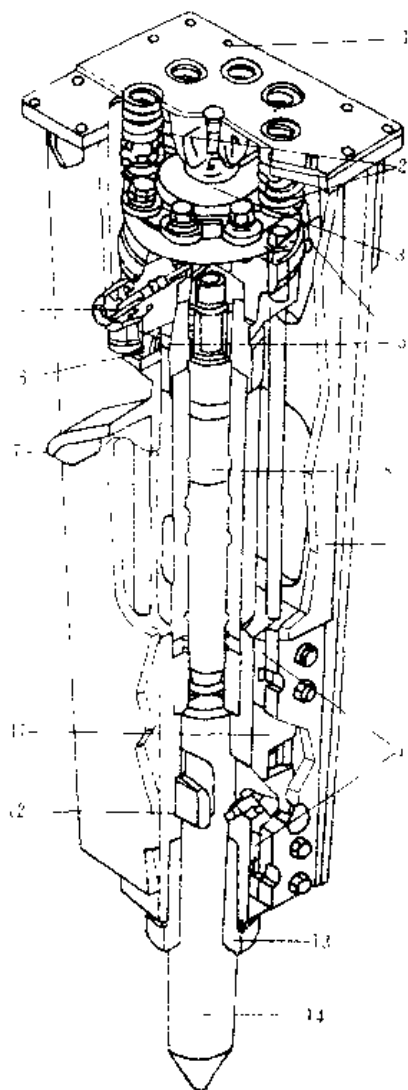


图1 冲击器结构

- 1—与主机臂杆联接螺孔; 2—缓冲装置;
- 3—贮能器; 4—液压调节器; 5—旋转管接头;
- 6—弹性减振器; 7—软管托板;
- 8—柱塞; 9—框架; 10—耐磨衬板;
- 11—凿具导套; 12—凿具夹持销;
- 13—前套筒; 14—凿具

个经过标定的通道向 C_2 腔供油。同时,多余的高压油流入贮能器贮能。

第三阶段: 当柱塞上端面受到的力大于下端面的力时,柱塞加速向下冲击,这时贮能器提供快速供油条件,促使柱塞加速向下。柱塞向下运动过程中,将节流小孔 O 打开,压力油经 O 孔使阀套 D 也下降。柱塞继续向下,直到与凿具碰撞产生冲击为止。

第四阶段: 阀套 D 在向下运动过程中切断向 C_2 腔供油的通路,并使 C_2 腔与低压回油路 BP 相通,整

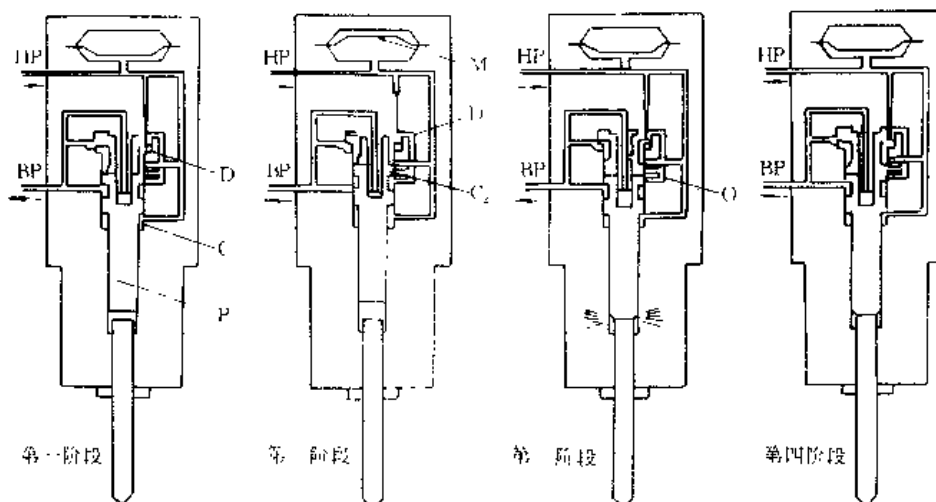


图2 冲击器工作原理图

个过程又回到循环初始位置。如此周而复始，自动进行连续冲击。

工作臂杆 支持并操纵冲击器选择冲击方向及冲击点。安装在回转台上，可以绕垂直轴回转，也可以绕水平轴回转，适应掘进断面各个位置的破岩要求。

减振器 为了保护臂杆，在冲击器和臂杆之间装有减振器，以缓冲冲击器对臂杆的反作用力。

装载机构 一般采用侧卸式装载(岩)机构(见侧卸式铲斗装岩机)，也有的采用扒爪式装载机构(见扒爪式装载机)。

行走机构 通常是履带(见掘进机履带行走机构)个别也有液压迈步式，它与门架式机构相配。

操纵控制系统 通常采用液压阀操纵控制液压缸、液压马达及液压冲击器。

冲击式掘进机的装机总容量比其他形式掘进机低，破碎下来的岩石及煤的块度大，刀具消耗量低，粉尘和火花少，可以改善作业区的环境卫生。其结构简单、重量轻、维修方便。但由于破岩过程的非连续性，掘进底板费时，其掘进速度低于悬臂式掘进机。

简史 20世纪60年代初，英法等国研究了冲击破岩原理，至60年代末由夏德(Shand)、英格索尔兰德(Ingersoll Rand)等公司研制出了液压冲击装置，到70年代初试制出了冲击式掘进机。在1972年西德首次应用冲击式掘进机扩大岩巷和掘进采煤巷道，1982年使用量逐渐增加达50台，10年共掘进巷道110km，年进尺为18km，占煤层巷道掘进总量的6%。

(朱士陶)

试件进行非多次重复性的机械冲击，其目的是确定元件、设备及其它产品承受非多次重复性机械冲击的适应性以及评定其结构的完好性。对可能受到多次重复性冲击的产品，则应采用碰撞试验。

分类 可分为半正弦波脉冲冲击试验、梯形波脉冲冲击试验和后峰锯齿波脉冲冲击试验3种。

半正弦波脉冲冲击试验 用来模拟线性系统的撞击和减速所引起的冲击影响(弹性结构的撞击、封装冲击等)。

梯形波脉冲冲击试验 梯形波脉冲包含很宽的频率成分，可使试件产生比半正弦波脉冲更高的响应，它是用来模拟实际的梯形波冲击环境的作用，如爆炸冲击、人造卫星的发射冲击等。

后峰锯齿波脉冲冲击试验 比前二种脉冲具有更均匀的频谱。

使用设备 冲击试验机由台面部份及电控仪两部份组成。台面由铝镁合金材料铸成，冲击体为圆筒形，它不仅起台面运动的导向，而且能良好地传递冲击力。电控仪控制电动机运动及台面跌落高度，以实现对冲击脉冲峰值加速度和持续时间的控制。

试验方法 试验前应对严酷等级、初始测试、试件安装状态、中间测试和最后检测等作出具体规定。严酷等级由冲击脉冲的峰值加速度值和持续时间确定。峰值加速度值由5g至3000g，脉冲时间由11ms至0.2ms。

(王均泰)

chongji shiyan

冲击试验 (impact test) 利用专用试验机对

chongdian shebei

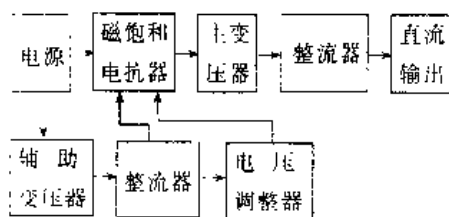
充电设备 (charger) 将交流电变换成直流电，对蓄电池进行充电，使电能转换成蓄电池化学能的



设备。主要用于对矿灯蓄电池充电和对蓄电池电机车用蓄电池组充电。

分类 根据使用场所的不同,充电设备可分为矿灯充电架和井下用隔爆型充电机两类。根据充电速度不同,可分为常规充电设备和快速充电设备两类。

矿灯充电架 简称充电架,对矿灯蓄电池(简称矿灯)初次充电和常规充电的设备。它由薄钢板成型的框架、变流装置及电压调整单元等组成,原理方框图如下。



通过改变磁饱和电抗器控制绕组的直流励磁电流来调节直流输出。该系统性能稳定、可靠性好、使用维护方便、成本低,缺点是电效率低。

充电架按定充电能力有充单灯、6、10、20、36、48和102盏矿灯的系列产品。对于酸性矿灯和碱性矿灯,充电架的直流输出电压值不同,总功率也不同,其它基本相似。

矿灯充电方法有恒流充电法、恒压充电法和阶段充电法3种。矿灯充电架大多采用恒压充电法,其特点是初期充电电流较大,随着蓄电池电动势上升充电电流逐步下降,后期充电电流很小,不会造成过充电,整个充电时间很长。为保持充电过程中电压稳定,自动电压控制型充电架逐步取代了手动调压充电架。

充电架对矿灯的充电速度有常规充电和快速充电两种,目前主要以自动电压控制型常规充电架为主;快速充电是近年发展起来的新技术,充电速度快,充电过程中出气量小和耗电量少,但充电架价格高。

隔爆型充电机 用于对井下2.5t、5t、8t蓄电池电机车蓄电池组充电。分常规充电机和快速充电机两种。

(1) 常规充电机 由隔爆箱体、主变压器、整流器和调压装置等组成,箱体一般为圆筒形。充电一般采用阶段定电流法:第一阶段电流较大,待充电一定时间后,第二阶段改用小电流充电,直到充电结束。充电过程中控制蓄电池温升不超过规定值又不使充电时间过长;对全放电蓄电池需14~16h完成充电。常规充电方法的基本特点是小电流、长时间、蓄电池温升低、不易损坏。由于时间长、效率低,已很少采用。

(2) 快速充电机 由隔爆箱体、主变压器、整流器、

逆变装置和自动控制装置等组成。快速充电主要采用大电流脉冲电流和去极化(负脉冲)等措施,使充电速度具有快速性,一般在5h内完成充电。快速充电技术的发展是充电技术领域的重大改革和进步,其充电电流是常规充电电流5~10倍的脉冲电流,并引入了去极化机制,具有在十几分钟至几十分钟内充好电的能力。它的出气量小,污染环境少且节能,所以在煤炭系统很有发展前途。

简史 铅酸蓄电池自1859年问世以来,直到1882年采用旋转式机组(交流电动机—直流发电机组)作充电电源后,蓄电池才具有实用价值。1914年后变流技术得到发展,出现了汞弧整流器充电设备。20世纪20年代充电技术和充电设备在性能、经济及可靠性方面都有明显发展。80年代后期发展了分路控制二阶段充电的常规充电架,8h就能充好电(中速)。快速充电技术的出现更使以蓄电池为动力的汽车、机车获得更广泛的应用。中国近年来主要发展以自动电压控制型充电架和微机分路控制脉动型充电架,使充电架产品取得长足进步。它具有反极性、短路、开路3种保护及脉动波形、巡回检测、计时、测压、数码显示及声光报警等十种功能,使充电质量和可靠性显著提高。

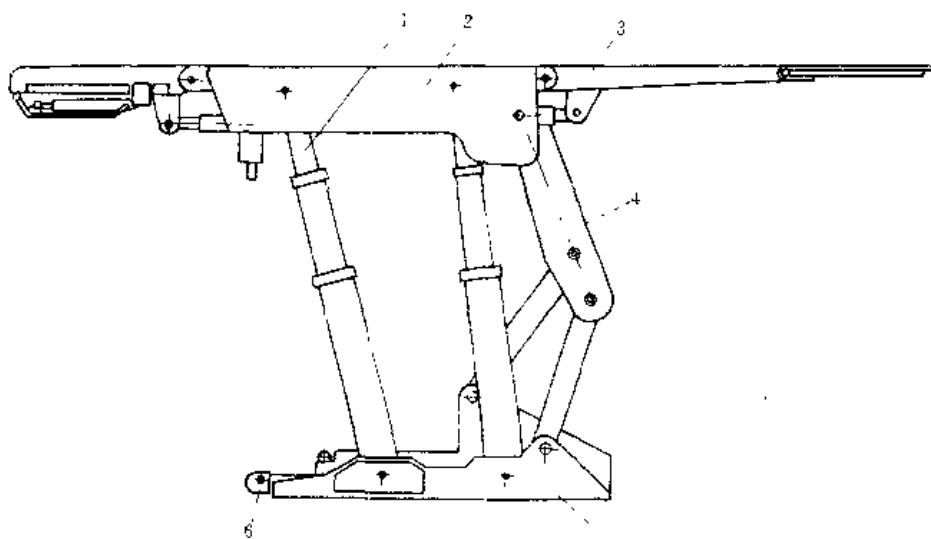
(曹葆宗)

chongtian zhijia

充填支架 (stowing support) 提供充填作业空间,用于充填法采煤工作面的特种液压支架。常见的有风力充填支架和水砂充填支架。

基本结构 主要由立柱、顶梁、掩护梁、推移装置和液压系统等组成,如下页图所示。支架多为两排以上立柱的支撑掩护式等架型,以保证稳定性和足够的行人空间。支架顶梁较长,总长可达6~7m。与普通液压支架不同的是具有后梁。后梁的结构多为铰接式,用液压千斤顶调整其位置。支架的掩护梁和连杆机构尽量陡直并靠前布置。

工作原理 支架的动作过程包括降架、移架、初撑和推输送机,然后进行充填作业,即利用压风或水流经悬挂在后梁下方的充填管路和装置向采空区充填各种不同的材料。支架有前后二个作业空间,前面为采煤和行人空间,与采煤机和输送机配套;后面靠老塘为充填空间,用于安设充填管路,进行充填作业等。水砂充填时,在后梁与底座之间连有编织网,用于阻隔充填材料并进行脱水。支架之间有通向采空区的人行道,以保证充填作业时行人和运料等需要。支架掩护梁不起挡矸封闭作用,无活动侧护板,有时直接用作充填墙骨架。支架工作阻力一般要求不高,在充填层上使用时应



充填支架

1—立柱；2—顶梁；3—后梁；4—掩护梁；5—底座；6—推移装置

限制底板载荷集度以防支架陷入。根据充填带的作用特点，支架后柱载荷往往大于前柱，故后柱多紧靠顶梁后端布置。水砂充填支架底座经常泡在水砂里，拉架力应较大。

简史和发展趋势 波兰在70年代就开始使用水砂充填支架。早期采用加长尾梁的节式支架，80年代

后多用支撑掩护式。中国于80年代初研制了这种支架，并未推广应用。德国一直使用风力充填支架，都为支撑掩护式，数量不多。充填采煤法主要用于波兰、德国等少数国家，使用范围不大。

(赵衡山)

D

daishi shusongji

带式输送机 (belt conveyor) 以无极挠性输送带载运物料的连续输送机。它广泛用于煤矿地面、井下和选煤厂中运送物料,采取一定的安全措施后,还可作人员运载。带式输送机常以多台串联衔接,构成一完整的连续运输系统。

工作原理 无极挠性输送带按预定方式缠绕在若干个滚筒间,并使之张紧,再由其中的传动滚筒摩擦驱动,拖动输送带沿着由托辊组成的滚道(气垫层或槽盘)作连续循环运行。物料在受料点送入输送带,随带位移,至卸料点卸下,实现物料的定距输送。

基本结构 带式输送机主要由输送带、驱动装置、制动装置、张紧装置、滚筒、机架、托辊、清扫器和电气控制、安全保护、通信系统等部分组成。

输送带 带式输送机使用的挠性带是搬运物料的载体,沿整机全长铺设在由托辊组成的上、下滚道(气垫层或槽盘)上,绕过滚筒组,分成上、下两股分支。一般常以上分支承载物料,下分支作回空循环;也有上、下两分支都运载物料,作双向输送。用于煤矿井下的输送带必须具有可靠的阻燃性能。

驱动装置 驱动输送机运行的动力源,由电动机、耦合器、减速器组成。在大功率的驱动中,由于受到输送带强度和井下有限空间的制约,常采用单机驱动或多机驱动。在驱动单元的设置上,有集中驱动、分散驱动和中间助力驱动方式。集中驱动是将多台驱动装置集中设置在输送机的头部或尾部;分散驱动是在输送机头、尾两端均设置驱动装置;中间助力驱动是除机头、机尾外,还在沿机长的几个预定的位置上分别设置驱动装置,以接力的方式逐段进行驱动。多机驱动的带式输送机,各驱动装置必须具备功率传递时保持相互平衡和定额分配的功能。驱动装置起动时的加速度应可随意调节控制。

制动装置 切断驱动动力后,能及时有效地使整台输送机停止运行的装置。这对倾斜运输尤为重要。一般为恒力矩制动,也有制动力矩可以自动调节控制的

恒减速制动装置。

张紧装置 使输送带张紧达到一定的张力,以使传动滚筒足以驱动输送带负载运行,并使输送带在托辊间的下垂度保持在许用范围内的装置。在大型带式输送机中宜采用恒张力可控自动调节的张紧装置。

托辊 承托输送带或钢丝绳和物料的滚子。应用时一般均把几个托辊组成一组,沿输送机全长分上、下两列间隔安装在机架上。托辊组的组成大致有:①由三个托辊组成呈梯形槽截面的托辊组,槽角一般为 $25^{\circ}\sim 35^{\circ}$,常用于支承输送带的载重股。受料处的托辊外圈应附加缓冲弹性层,且布置在机架上的间距应密集。②由多个托辊组成深槽形截面的托辊组,槽角可达 60° 左右,可增大输送带的装料截面和提高输送倾角。③用于支承输送带回空股的托辊组,当带宽在 1.2m 以下,常用单个长托辊直接构成;带宽超过 1.2m ,则用两个托辊在垂直面上呈“V”形布置,槽角一般为 $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 。其他尚有挠性托辊组和槽角可随负荷变化的托辊组等。单体托辊要求旋转阻力矩小,能防尘、防潮、防淋水。

滚筒 驱动输送带或改变其运行方向的圆筒形组件。有传动滚筒和改向滚筒两类。

传动滚筒 是传递转矩,拖动输送带运行的滚筒。藉输送带紧缠在滚筒上,利用二者间的摩擦力拖动,其拖动能力的大小取决于:①输送带的张紧力;②输送带与滚筒接触表面间的摩擦系数;③输送带缠绕在滚筒上的围包角。一般传动滚筒均用碳素钢板卷制焊接而成,筒体表面光洁;若需传递较大转矩,则可将滚筒两端的壳体、辐板、轮缘用铸钢整体浇铸,中间用板材卷筒焊接联成一体,滚筒表面包裹阻燃花纹橡胶层(如作双向传动,常用菱形块状花纹;作单向传动者则常用人字条状花纹;为便于滚筒排污,人字花纹的尖端应与输送带运行同向)。滚筒与传动轴之间,多采用胀套或过盈配合等无键联接方式。滚筒的直径应根据输送带的品种和带厚,以及接触表面承受的压力来确定。

改向滚筒 常用于改变输送带的运行方向,也有用于压紧输送带,使之在某一滚筒上保持一定围包角度。

改向滚筒仅承受压力,不传递转矩,结构上无特殊要求。

机架 主要由机头传动架、中部架、中间驱动架、受料架和机尾架等组合而成。机头传动架用于安装头部驱动装置和传动滚筒等元部件;中部架主要安装支承上、下二股输送带的托辊组,由多节架子逐节联接而成;中间驱动架用于安装整套中间助力驱动装置,其结构随直线带式摩擦或卸载滚筒摩擦的不同拖动方式而异;受料架设在输送机受料装载处,具有较强的耐冲击能力,架上装有上、下两层可与相邻机架衔接的托辊组,上层为较密集的缓冲托辊组,下层托辊组与中部架上的相同,架上还装有导料槽;机尾架用于安装机尾改向滚筒,输送带在此转向回程,并设有调偏机构。小型带式输送机还附设输送带的张紧装置。

清扫器 清扫输送带表面粘着物料的装置,常用的有刮板和滚刷等几种清扫器,也有自身带动力的清扫器。还有弹性刮刀、振动和水射流等多种形式。

电气控制及安全保护系统 (见带式输送机电气控制和保护装置)

分类 按使用条件和结构形式可分为常规型和特殊型,常规型已如前述,特殊型有:水平弯曲带式输送机、大倾角带式输送机、可伸缩带式输送机、钢绳牵引带式输送机、管状带式输送机 and 气垫式带式输送机。

水平弯曲带式输送机 能在水平面内改向折曲输送物料的带式输送机。每一折曲处需圆弧过渡,折角不能太大,其结构与常规带式输送机基本相同,只是在折曲处对托辊的安装采取了以下的措施:①托辊组的轴线对过渡圆弧的法线,偏转一定的角度;②在垂直面上,将托辊组沿过渡圆弧段内侧一端适当抬高,使其向圆弧段外侧倾斜一定角度,以确保输送带与托辊紧贴运行;③适当增加托辊组的槽角,以减小圆弧过渡段的曲率半径。

大倾角带式输送机 在倾角为 $\pm 16^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 范围内使用的带式输送机。结构上采取了以下措施:①输送带的装载断面为深槽形;②物料装载到输送带上的瞬间,两者间的相对速度接近于零;③输送带的起动加速度和制动减速度是可控的;④设置有防止物料自溜、滚落的安全设施。其他形式的大倾角带式输送机还有:压带式、斗式、花纹、裙边挡板式和刮板一带式等多种形式。

可伸缩带式输送机 综合机械化采煤中顺槽运输的配套输送机。其机身设有贮放带装置,长度可随工作面的推进而快速方便地延伸或缩短,常与桥式转载机配套使用(见可伸缩带式输送机)。

钢绳牵引带式输送机 适用于长运距输送的特殊型带式输送机,输送带只装载物料,牵引力全由钢绳承受,常用于井下大巷和平硐。由于其装载断面小,钢绳

和托轮轮衬磨损严重,限制了它的应用(见钢绳牵引带式输送机)。

管状带式输送机 物料在输送过程中完全处于封闭状态的带式输送机,其输送带在受料时展开,输送时卷成管状,管截面有圆形和矩形等形状,可实现倾角 35° 和水平弯曲的输送(见管状带式输送机)。

气垫式带式输送机 不用托辊(或不用上托辊),将输送带沿着气垫层运行的带式输送机。多用于短运距的物料输送(见气垫式带式输送机)。

简史 1868年,英国首先出现了棉织输送带的带式输送机。1905年英国在煤矿井下开始使用橡胶输送带的带式输送机,并逐渐在世界各主要产煤国家的煤矿内普及使用。1945年以后,工业发达国家相继开发了强度较高的化纤带芯输送带,使输送机的输送能力和运送距离有了明显提高。60年代末,又出现了钢丝绳芯的高强度输送带,使输送机向大型化发展实现了突破。90年代以来,带式输送机在驱动、制动、张力控制、程序逻辑控制和安全保护等诸方面功能更趋完善。英国赛尔比(Selby)煤矿的一台带式输送机输送能力已达 3250t/h ;运距 15km ;提升高度 996m ;带宽 1.3m ;带速 8.3m/s ;驱动功率 10444kW 。

1965年,中国煤矿井下开始推广使用绳架吊挂式带式输送机。60年代后期,在平硐使用了钢绳牵引带式输送机。70年代中期为配合综合机械化采煤的发展,先后相继开发了可伸缩带式输送机和钢丝绳芯带式输送机等品种。80年代以来,开发了大倾角、气垫式和管状等多种带式输送机的新产品。中国煤矿井下使用的带式输送机,最大输送能力已达到 2000t/h 、最大运距 5km 、最大倾角 $\pm 25^{\circ}$ 。

(支一貫)

daishi shusongji baohu zhuangzhi

带式输送机保护装置 (protection for belt conveyor)

带式输送机安全运行所需的故障检测、显示及保护器件。发生故障时,在带式输送机沿线或控制硐室发出声、光信号,故障严重时则发出制动和停车指令,与带式输送机电气控制配合,保证输送机正常安全运行,保障矿井安全和工作人员的人身安全。常用的保护装置有:速度保护装置、跑偏保护装置、拉绳开关、温度保护器、物料料位计、烟雾检测器、洒水装置、胶带撕裂保护装置、断带保护装置和运人越位保护装置等。

速度保护装置 输送带运行中发生打滑或超速时的保护装置。输送机在运行中,如果输送带与滚筒的线速度不相等,则产生输送带打滑,不但降低输送带的使

使用寿命,甚至会引起燃烧和瓦斯爆炸。对于下运带式输送机,如物料重量产生的负力矩超过制动力矩时,会因超速,造成物料飞逸,机器毁坏,甚至引起人身伤亡和矿井停产等重大事故。因此,带式输送机需要使用速度保护装置,进行打滑保护和超速保护。使用较多的速度保护装置有测速发电机速度保护装置、速度加速度检测器和接近开关速度继电器。

测速发电机速度保护装置 测速发电机指输出电动势与转速成比例的微特电机,广泛用于各种速度控制系统。该保护装置一般采用旋转式的微型交流或直流测速发电机,利用其输出电压与转速成正比的原理,通过电子线路进行变换、比较、放大和执行,实现超速、打滑的检测和保护。如图1所示, TG_1 、 TG_2 为二台测速发电机,分别由主驱动滚筒和从动滚筒驱动。如果运行正常,两者速度相同,速度检测器无滑差信号输出;如果两者速度不同(输送带打滑),则有滑差信号输出,根据滑差量的大小,发出报警或停车信号。利用 TG_1 所测得的绝对值,检测输送机的运行速度,实现下运带式输送机的超速保护。

速度加速度检测器 由磁性转速传感器和电子线路组成(图2)。在被测速轴上的齿轮作用下,磁性转速传感器感应线圈中产生频率(转速)与齿数成正比的

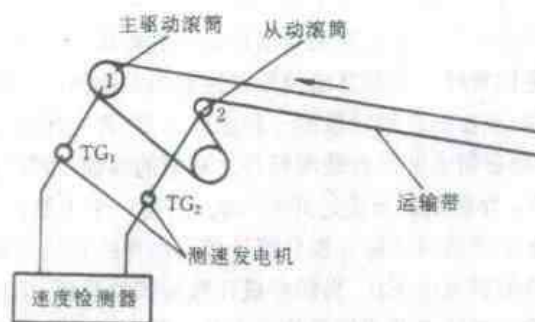


图1 测速发电机速度保护装置示意图

感应电势,通过电子线路,将转速转换为电量并经继电器接点输出。频率—电压转换器将输入的频率(转速)信号转换成与之成正比的直流电压。电平检测将直流电压和给定电压进行比较,给定电压即为速度整定值,当被测值达到给定值时,执行电路继电器动作,送出特定的速度信号。滤波器输出的电压对时间的微分即为加速度,经过绝对值放大,就可以得到加、减速度值。同样,也是用电平检测电路来鉴别出不同的加(减)速度值。速度加速度检测器除了用作超速和打滑保护外,还可用于下运带式输送机的起动控制、加(减)速度控制和二级制动控制。

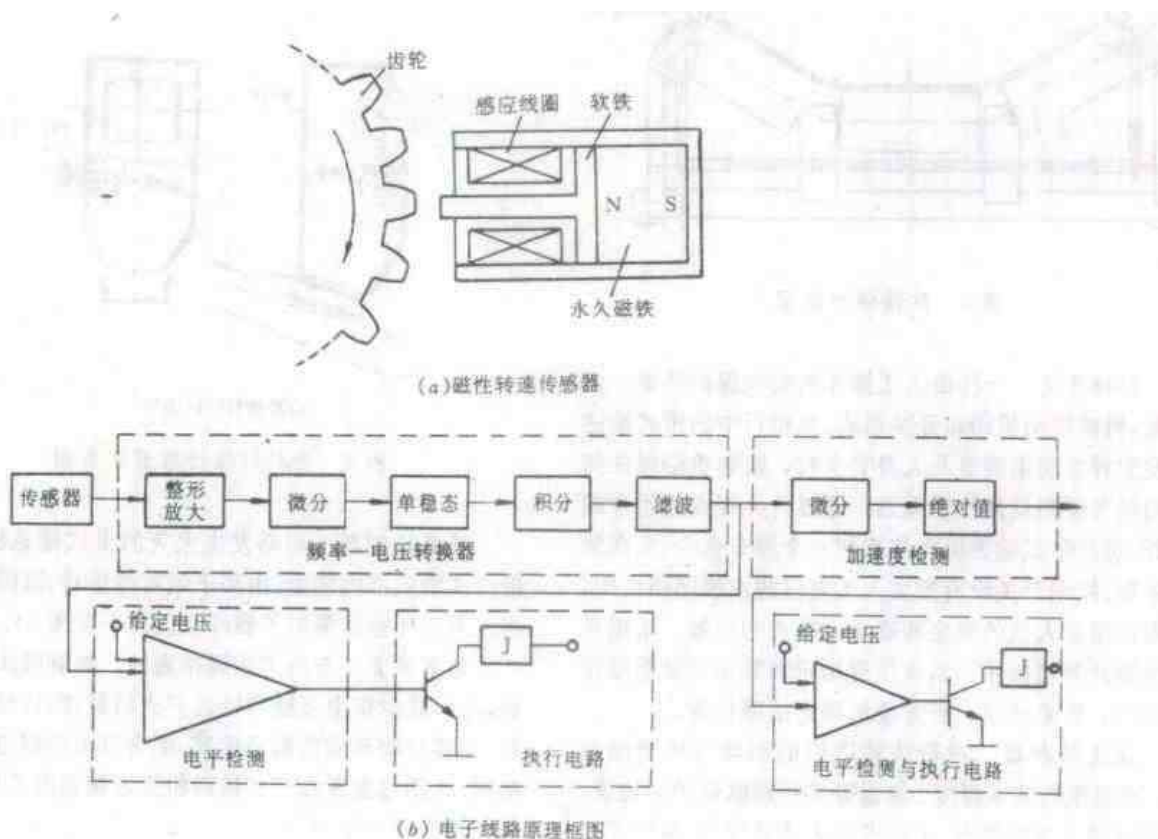


图2 速度加速度检测器

接近开关速度继电器 由接近开关、导磁钢和电子线路组成。接近开关指当运动着的物体与其接近到一定位置时,即能发出信号以控制运动物体的位置或行程,或控制自动计数的一种主令电器。将它固定于机架,导磁钢安装在卸载滚筒与之对应的端面。滚筒每转一周,导磁钢靠近接近开关一次,产生一个电脉冲,利用电子线路对比脉冲积分或计数,所得的量值与卸载滚筒的转速成正比。当积分或计数所得的量值,比相当于输送机额定转速的量值小于某一数值(一般为75%额定转速)时,输出继电器动作,表示输送带打滑;小于另一个较低数值(一般为40%额定转速)时,另一输出继电器动作,表示输送带断带。这种接近开关速度继电器,常用于可伸缩带式输送机,作为打滑保护和断带保护装置。

跑偏保护装置 利用输送带跑偏后,其边缘推动托辊,通过机械传动,改变开关接点工作状态的装置(图3)。一般设有二组开关接点,分别作用于信号和停车控制电路。跑偏保护动作后,托辊往往仍被输送带压住,使输送机无法开动、调整,因此跑偏保护装置还设有工人工复位按钮。

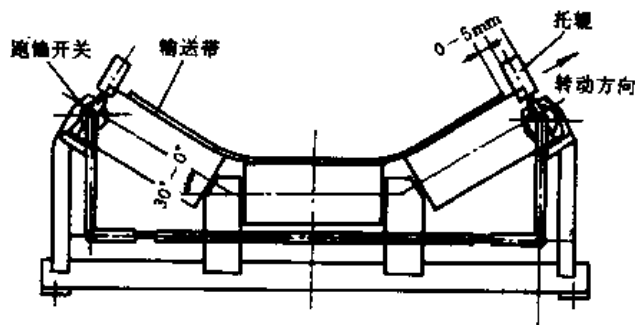
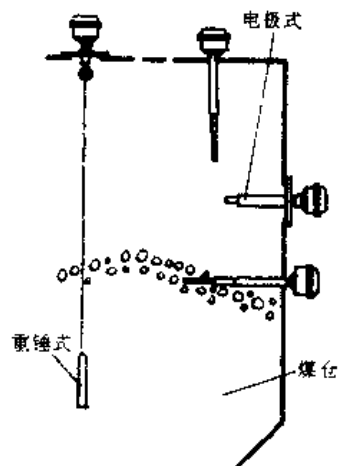


图3 跑偏保护装置

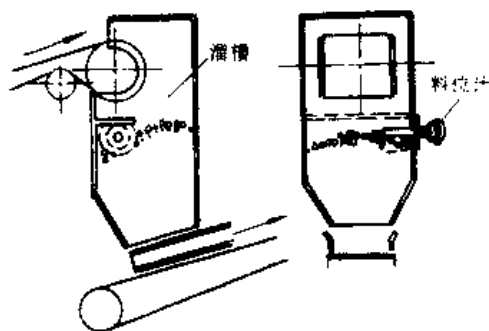
拉绳开关 一种由人工操作的安全保护装置,由拉绳、机械传动机构和开关组成。当运行中的带式输送机发生异常现象或危及人身安全时,输送机沿线任何人都能方便地就地拉动绳索,通过开关接点的闭合或断开,送给带式输送机电气控制一个停车命令,实现紧急停车。拉绳开关设有需要人工复位的机械闭锁机构,以保证维修人员的安全和确定故障点的位置。采用单片微型计算机技术、具有位置指示和显示的智能型拉绳开关,可更快速、更方便地确定故障位置。

温度保护器 对带式输送机的驱动电机绕组温度、减速器的轴承温度、油温等实行超温保护的装置。常用的温度保护器有:电接点压力式温度计、钮扣式温度继电器、热敏(热敏电阻或热敏磁性元件)式温度计、红外测温器等。

物料料位计 检测煤仓的料位或溜槽堵塞情况,为带式输送机电气控制提供起动或停车信号,防止煤仓溢出和机头堵塞的装置。机械式料位计借助于重锤或挠性软轴,在物料的推动下改变开关触点的状态。电极式料位计通过物料与电极的接触,形成微电流信号,再经过电子电路的处理,检测料位的高低。利用超声波在煤质中的传播特性和 γ 射线电磁辐射的穿透特性做成的料位计,可连续检测物料的位置。物料料位计在煤仓和溜槽中的布置方式如图4所示。



(a) 煤仓料位计布置



(b) 溜槽料位计布置

图4 物料料位计布置示意图

烟雾检测器 对易发生火灾的带式输送机巷道,进行火情监测的装置。由离子烟雾传感器、高阻抗放大器、电压比较器等电子器件组成(下页图5)。

洒水装置 与压力水源接通的、具有喷水孔的管路,用以减少煤尘飞扬和降温灭火的装置。由料流检测器、烟雾检测器或低温易熔塞,配合自动控制电路和电磁阀,使洒水装置在带式输送机运送物料时工作,或在火灾情况下自动洒水。

胶带撕裂保护装置 检测输送带纵向撕裂的装置。当发生纵向撕裂故障时,发出开关量信号,使带式

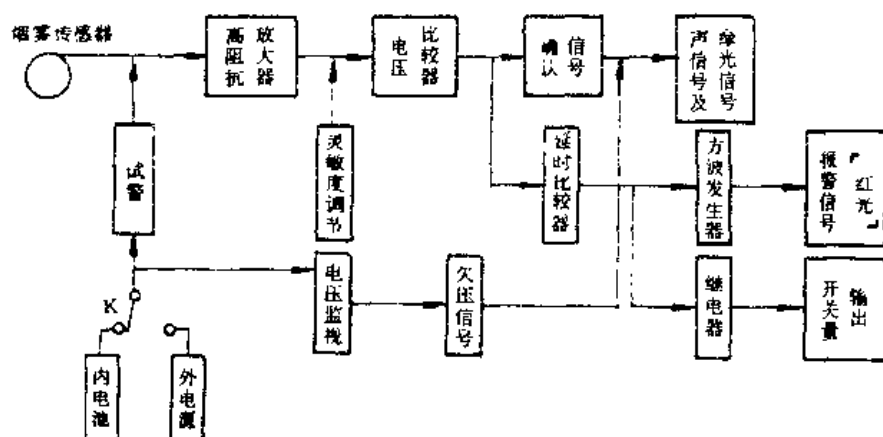


图5 烟雾检测器电路系统框图

输送机电气控制执行紧急制动。分为外部状态检测和内部状态检测两类。外部状态检测是通过棒型装置、弦线式装置、条形板压力开关、物料泄漏检测装置、带宽监测装置和超声波检测装置等，感知插入输送带的异物，测量泄漏物的重量和输送带的宽度变化及超声波在不同介质中的传播速度，来判别输送带是否撕裂。它们一般安装在输送机装载点的前方。内部状态检测是在输送带内部埋设金属线圈或导电橡胶，配以电磁发射机和接收机。当线圈经过与其不接触的发射机时，线圈中感应出电流，该电流由接收机获得，从而感知输送带是否撕裂。

断带保护装置 当输送带横向断裂时，借助于水银接点开关、行程开关或磁感应式发生器等传感机构，感受出输送带横向断裂时的弹跳、张紧装置的位移、输送带的逆向运行或超速，给出停机和制动信号，启动断带捕捉器，把断裂后下滑的输送带锁定，防止重大事故。

运人越位保护装置 防止带式输送机上乘坐人员越位的装置。由红外线发光单元、光敏接收单元或双元热释元件的电子线路组成。通过红外线被乘坐人员阻挡或接收人体发出的远红外线，使继电器动作。当乘坐人员超过越位保护装置安置位置时，发出声、光信号并与输送机电气控制配合，及时停机。其他尚有机械式运人越位保护装置。

(张晋盛)

daishi shusongji dianqi kongzhi

带式输送机电气控制 (electrical control for belt conveyor)

控制带式输送机电动机和电气元、部件动作的装置。由控制电器、传感器、保护电器和信号显示器等组成，能够实现带式输送机的启动、制

动、调速、反转、故障保护、声光显示以及自动控制等功能。

分类 按其设备的安全性，分为普通型、本质安全型、隔爆型和本安兼隔爆型4类；按带式输送机的类型，分为水平运输带式输送机电气控制、向上运输带式输送机电气控制和向下运输带式输送机电气控制3类。

水平运输带式输送机电气控制 有短距离带式输送机电气控制、多机驱动带式输送机电气控制、多台带式输送机线

集中电气控制、可伸缩带式输送机电气控制、钢丝绳牵引带式输送机电气控制5种。

(1) 短距离带式输送机电气控制 通常采用单台交流鼠笼型感应电动机驱动，不要求调速。多为继电器—接触器组成的有触点单机控制系统。一般选用隔爆型电磁起动器(见电磁起动器)对输送机电动机进行就地控制或远距离控制。由“启动”、“停止”按钮操作，实现电动机的直接启动、反转和停车。

(2) 多机驱动带式输送机电气控制 长距离大容量带式输送机，由于整机功率增大，往往采用多电机集中驱动或多点助力驱动。这一类带式输送机的控制对象，通常有数量各为1~4台的主驱动电动机、制动器电动机、油泵电动机及电动执行器伺服电机或电磁阀，同时还有清扫电动机、检修电动机和给煤机电动机等。在电气控制系统中，设有启动预告声光信号，具备跑偏、打滑、纵向撕裂、断带、煤位、烟雾和沿线急停闭锁等保护功能，可显示输送机的运行工况和故障状态。其特点是：能分时控制主驱动电动机的直接启动，避免启动时电网压降过大；通过电动执行器或电磁液压阀，控制可调型液力耦合器勺杆的运动，实现输送机的慢速启动和多台主驱动电动机之间的功率平衡，避免强烈的机械冲击和功率分配不平衡所造成的电机过载；能实现输送带之间的带速同步控制和张力自动控制，以免引起输送带的波动和打滑。根据需要，也可控制清扫电动机、检修电动机的启动和停止。在自动控制时，要按先开输送机，后开给煤机和先停给煤机，后停输送机的原则，联动给煤机电动机，以免输送机在重载情况下启动。可以采用继电器—接触器控制方式，可编程控制器控制方式和微处理机实时控制方式。一般由操作台、集中控制箱、电流互感器箱、电机功率平衡控制器和电磁起动器等设备组成。



(3) 多台带式输送机集中电气控制 煤矿井下使用多台带式输送机组成输送机线的情况下,要求将输送机单机控制扩展成集中控制。集中控制应满足以下基本要求:①逆煤流方向逐台延时起动输送机,避免电网受过大的冲击电流;顺煤流方向逐台停止输送机,避免下一次重载起动。②在任一台输送机机头处,能迅速停止其后各台输送机。两台输送机停车时差不能太长,避免堆煤和拉回头煤事故。③集中控制和分台单机控制转换方便。④输送机沿线要设置多点事故停车装置。⑤有起动预告信号和事故报警声光信号。⑥有声、光信号或扩音电话供输送机沿线联络(见带式输送机通讯、信号、控制装置)。⑦有集中工况监测显示。⑧具备输送带跑偏、打滑、纵向撕裂、断带、溜槽堵塞和煤仓高煤位等保护。

集中控制方式有:①有线集中控制;②动力载波集中控制;③载波与有线混合集中控制;④机尾传感及载波集中控制;⑤微型计算机集中控制等(图1)。

(4) 可伸缩带式输送机电气控制 控制主驱动电动机、抱闸电动机、张紧绞车电动机和卷带电动机的起动、运行、反转和停止。除带式输送机通常的控制要求外,尚需实现缩带、伸带、收带和放带的控制要求。当处于一种工况时,必须闭锁其它工况(图2)。起动前,通过张紧绞车的正转、反转,调整输送带的张力。运转时1D~4D工作。输送机缩短时,5D、6D工作,张紧绞车正转,将多余输送带储入储带仓,当游动小车碰撞极限位置的限位开关时,绞车停止工作。输送机伸长时,5D工作,输送带可从储带仓内放出。当储带仓内输送带储满,需要取出时,解开输送带接头,做好准备,起动抱闸电机5D和卷带电机7D,由卷带装置将输送带卷入。当输送带另一个接头通过无触点接近开关J时,卷带装置停止工作。当储带仓内输送带已用完,需放入一段输送带,以便输送机继续伸长时,控制5D、6D工作,绞车正转,输送带即可进入储带仓。

(5) 钢绳牵引带式输送机电气控制 要满足下述

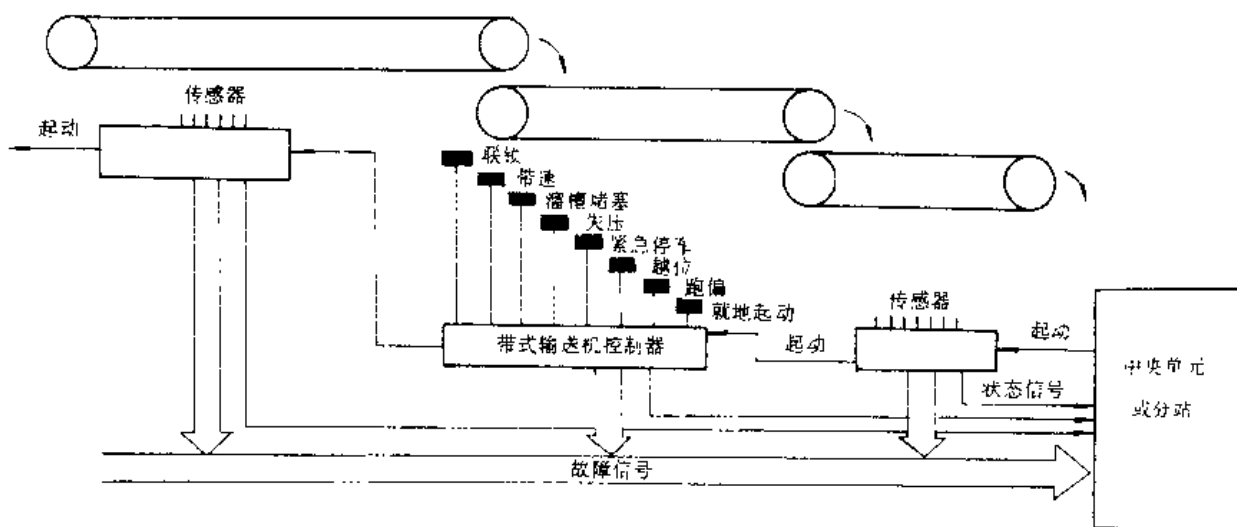


图1 微型计算机控制的输送机线电气控制系统

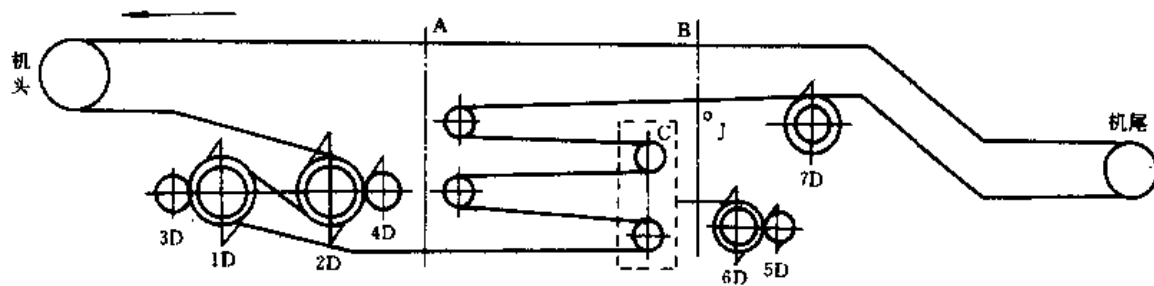


图2 可伸缩带式输送机电气控制系统示意图

1D、2D—主电机; 3D~5D—抱闸电机; 6D—张紧绞车电机; 7D—卷带电机;
AB段—储带仓; C—游动小车; J—接近开关



C₁₋₆—高压接触器; XC_{1,2}—串调投入接触器; DZJ—动力制动投入触点; L_{1,2}—平波电抗器; K_{1,2}—快速开关; NBQ_{1,2}—逆变桥; D_{1,2}—主电机; ZLQ_{1,2}—整流桥; ZL_{1,2,3}—电流反馈逆变器; SF_{1,2}—测速发电机; NB_{1,2}—逆变变压器; ZLB—整流变压器; BKQ—三相半控桥式整流器

向下运输带式输送机电气控制也是多机控制系统，其特点是：向下运输的势能负载力矩成为主动转矩，起动时，能克服阻力矩自行下滑。运转时，电动机工作在第二象限，作大于同步转速的发电制动工况运行。停车时，首先施加足够大的制动力矩，再切除作发电制动运行的主驱动电动机。在煤矿井下，输送机的制动，如果采用机械闸直接制动，会因摩擦产生高温，引起瓦斯或煤尘爆炸。常采用液力制动器，提供安全的制动力矩，并用速度、加速度检测器，控制液力制动器的制动力，使输送机在 $0.1 \sim 0.3 \text{ m/s}^2$ 范围之内减速，避免物料向下滑滚及机械闸在制动时的高温。当输送机转速降到很低时，采用检测速度的原理，控制机械闸的动作，使输送机完全停止。因此，除了具备水平运输和向上运输带式输送机电气控制相同的保护外，尚需增加超速保护，避免负载力矩超过电机的发电制动力矩最大值时，引起输送机的超速事故。

向上运输带式输送机电气控制 除具有与水平运输带式输送机电气控制相同的要求外,需要增加两方面功能:①由于输送机铺设在倾斜的井巷中,其负载的向下分力会使输送机逆转,所以应具有可靠的制动功

对于倾斜安装、需要运人的钢绳牵引槽式输送机

或其它类型的向上运输的带式输送机, 当下运人员多于上运人员时, 系统将会出现负力, 其电气控制应具有向下运输带式输送机相同的电气制动运行要求。

(张晋盛)

daishi shusongji jiliang zhuangzhi

带式输送机计量装置 (belt conveyor scale)

又称胶带秤。在带式输送机输送物料过程中, 自动计量输送物料累计重量的装置。目前生产中常用的有电子胶带秤和核子胶带秤。

电子胶带秤 一般由称重框架、称重传感器、速度传感器、信号转换器、显示仪表及电源组成, 其工作原理如图 1 所示。由称重传感器检测出胶带上单位长度的物料重量, 速度传感器检测出胶带运行速度, 按如下公式计算:

$$Q = \int q(t) \cdot v(t) \cdot dt$$

式中 $q(t)$ 为单位胶带长度上的物料重量 (kg/m);

$v(t)$ 为胶带运行速度 (m/s); Q 为在时间 T 内物料流的累计量。

中国煤矿使用的该类秤的主要技术指标为:

称重范围	50~2000T/h
动态误差	$\pm 1\% \sim 3\%$
最大胶带宽度	2000mm
胶带速度	0.5~3m/s
胶带机倾角	$< 18^\circ$

由于该装置有称重框架, 一般适用在固定式的胶带输送机上。

核子胶带秤 由 γ 射线源部件 (γ 放射源和防护铅罐)、A 型支架、 γ 射线探测器、前置放大器、速度传感器、信号处理、显示及电源等部分组成, 构成如下页图 2 所示。

利用物料对 γ 射线的吸收原理, 当放射源稳定的放射出 γ 射线, 射线的一部分被物料吸收, 其余部分穿透物料后被 γ 探测器接收。射线穿透物料后, 强度变化规律为:

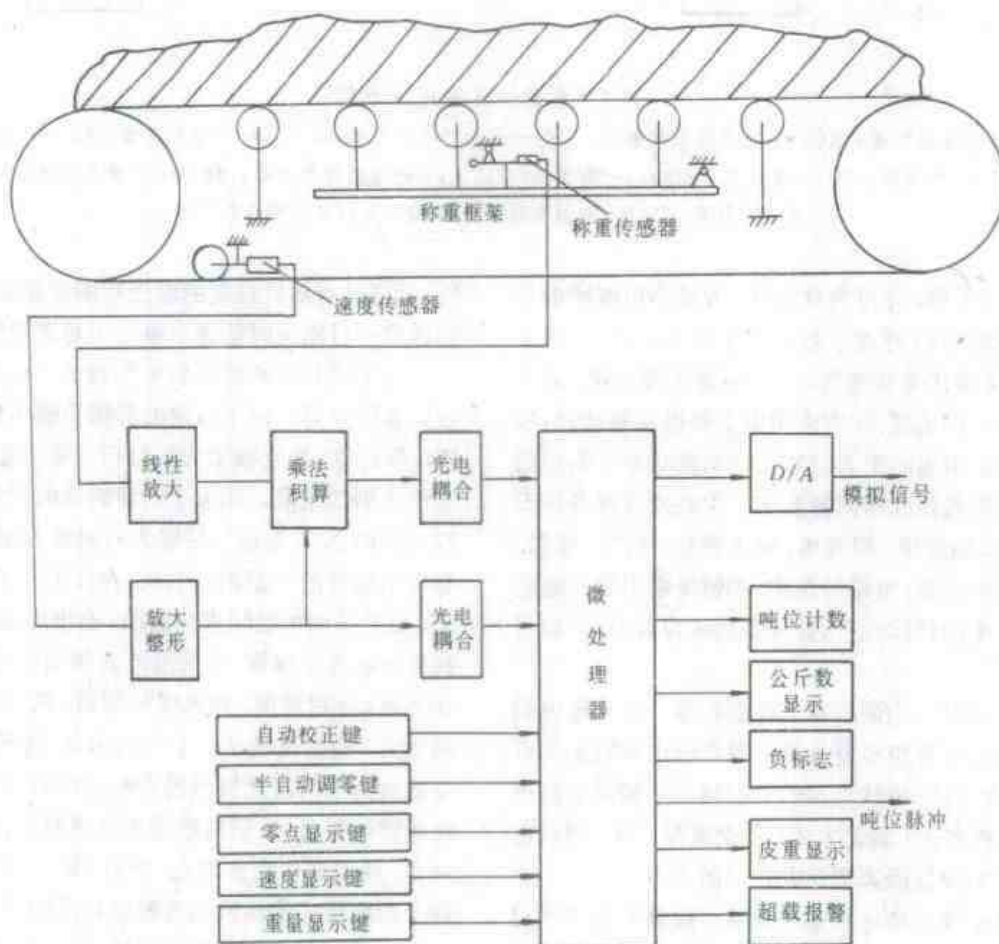


图1 电子胶带秤工作原理框图

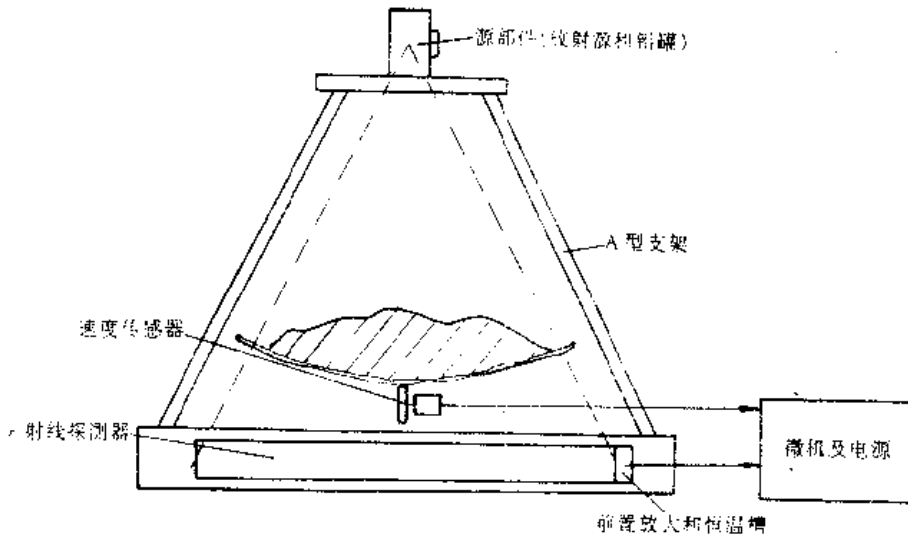


图2 核子秤组成框图

$$U = U_0 e^{-\mu p F / S}$$

式中 U_0 为空载时探测器的输出信号, U 为有载时探测器的输出信号, μp 为物料质量吸收系数, F 为输送机物料的负荷, S 为输送机物料的等效宽度。因此 U 的大小, 可反映出输送机上物料的多少, 信号处理后按下式计算:

$$W = \int p dt = \sum_{j=1}^N F_j V_j T$$

式中 W 为输送机物料的累计量 (t), p 为输送机物料流量 (t/h), F_j 为输送机瞬时负荷 (kg/m), V_j 为输送机瞬时速度 (m/s), T 为计算周期 (s), N 为计算次数。

主要技术指标:

精度: 动态累计误差 $\leq 1\%$

稳定性: 在正常工作条件下,

48h 内 U_0 漂移 (零点) $\leq \pm 0.2\%$

物料含水量 $\leq \pm 5\%$

(相当于实物标定时物料含水量)

核子胶带秤适用范围较广, 但对物料的成份要求稳定, 含水量不宜过大。

(王道孔)

daishi shusongji qudong zhuangzhi

带式输送机驱动装置 (drive unit for belt conveyor)

驱动输送机运行的动力源。其作用是把电动机输出的转矩, 通过联轴器和减速器传递到输送机的传动滚筒上, 使之达到驱动输送带运行所需的牵引力矩和转数。

基本结构 由电动机、联轴器和减速器三部分组

成一台驱动单元。

电动机 常用隔爆鼠笼型电动机, 功率根据需要选定, 电压等级应符合采区供电电压, 多为 660V 和 1140V, 趋向于 3300V。

联轴器 用于联结电动机轴和减速器的高速轴, 具有一定的挠性和保安功能。常用的有弹性套柱销联轴器、弹性柱销齿式联轴器等。近年来趋向于选用更安全可靠有限矩型液力耦合器和调速型液力耦合器。

减速器 根据驱动输送带所需的牵引力矩、运行速

度和工作条件选用, 大多为多级硬齿面渐开线齿轮传动, 也有是圆弧齿齿轮传动。近年来有选用体积小、重量轻、传动比范围广的行星齿轮传动的趋向。为便于驱动装置的总体布局, 减速器的输入轴和输出轴的位置有相互呈平行和垂直两种形式。

类型 按驱动方式可归纳为集中驱动、分散驱动、中间助力驱动三种类型。

集中驱动 由单台或多台驱动单元集中装在带式输送机的某适当部位 (如头部、尾部等), 联结一个或数个传动滚筒驱动输送带运行。无论是采用单台还是多台驱动单元集中驱动, 输送带上承受的最大张力均相同, 后者只是将驱动总功率分解, 由多台功率较小的驱动单元集中在一起协力驱动, 对于大驱动功率的带式输送机, 它可减少驱动点所需的尺寸, 有利于在井巷环境中使用。这种驱动方式必须是: 各驱动单元的输出转数保持同步, 各驱动单元的功率分配基本平衡, 具有良好的可控启动性能。

分散驱动 把若干台驱动单元分别设置在带式输送机的机头和机尾, 其驱动功率由各驱动单元分别承担。这种分散驱动的方式适合于输送量大、运距长、功率消耗大的带式输送机。其输送带承受的最大张力比集中驱动方式低, 同时传动部安装空间小, 产品的通用性强。

中间助力驱动 驱动装置除设置在机头外, 按实际需要, 在输送机沿线若干预定位置分别设置驱动装置, 使每个驱动单元只牵引一段运距内的输送带, 以分段接力的方式牵引整条输送带运行 (其原理见下页图 1, 2)。其优点是: 降低输送带强度; 提高驱动装置通用性, 减少传动部安装空间; 可根据输送距离延长或缩

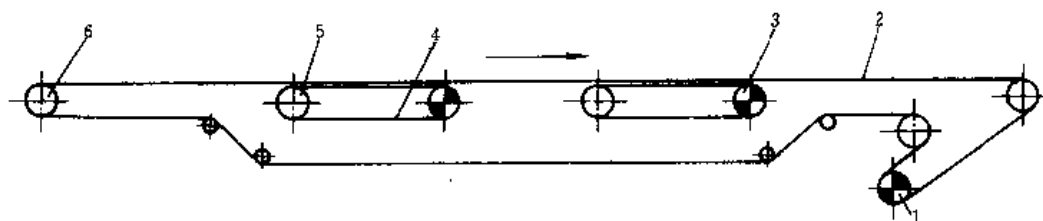


图1 带式摩擦驱动原理示意图

1—主机传动滚筒；2—承载带；3—摩擦驱动传动滚筒；4—驱动带；5—摩擦驱动机尾滚筒；
6—主机机尾滚筒

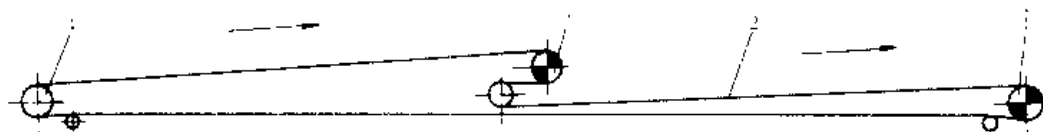


图2 卸载滚筒摩擦驱动原理示意图

1—主传动滚筒；2—承载带；3—卸载式传动滚筒；4—机尾滚筒

短的需要,灵活配置驱动装置.主要有带式摩擦驱动和卸载滚筒摩擦驱动两种方式。

(1) 带式摩擦驱动 即在上输送带的背面紧贴着一台由驱动装置直接驱动的带式输送机,依靠上下两层输送带间的摩擦力由下层输送带(常称作驱动带)推动上层输送带(常称作承载带)运行。

(2) 卸载滚筒摩擦驱动 将输送带绕过一组与驱动装置直接联结的传动滚筒,依靠传动滚筒与输送带间的摩擦力驱动输送带运行。带上运载的物料在经过此传动滚筒时有一次卸料转载过程。

中间助力驱动同样必须保持各驱动单元牵引输送带的带速同步,各驱动单元间的功率分配平衡以及良好的可控起动性能。

(华乃健)

daishi shusongjiqun jiankong xitong

带式输送机群监控系统 (belt conveyors supervision system) 用于对多台带式输送机组成的运输系统及其相关设备进行集中监测和控制的成套装置。

系统功能 主要具有集中控制和显示、保护、通信信号联络、联网等功能。

集中控制和显示 在主站的模拟盘上可以实时显示带式输送机和给煤机的开停、故障性质、故障地点、煤仓煤位、运煤量瞬时值、产量累计值、主机电流、胶带速度等。同时,能在主站的操作台上遥控各带式输送机、给煤机及其相关设备的开停,实现连锁、顺序控制和优化控制,便于指挥和控制运输系统安全高效运

行。

保护 系统具有打滑、断带、超速、超温、烟雾、仓满、堆煤、纵向撕裂、沿线闭锁、真空开关故障和主电机短路、过载、断相、欠压以及灭火洒水、防尘洒水、环境参数超限及设备之间联络等各种保护功能。

通信和信号联络 系统具有设备起动预告和故障声光报警功能。各设备及转载点之间,可通过电话和信号器进行语言和信号联络。

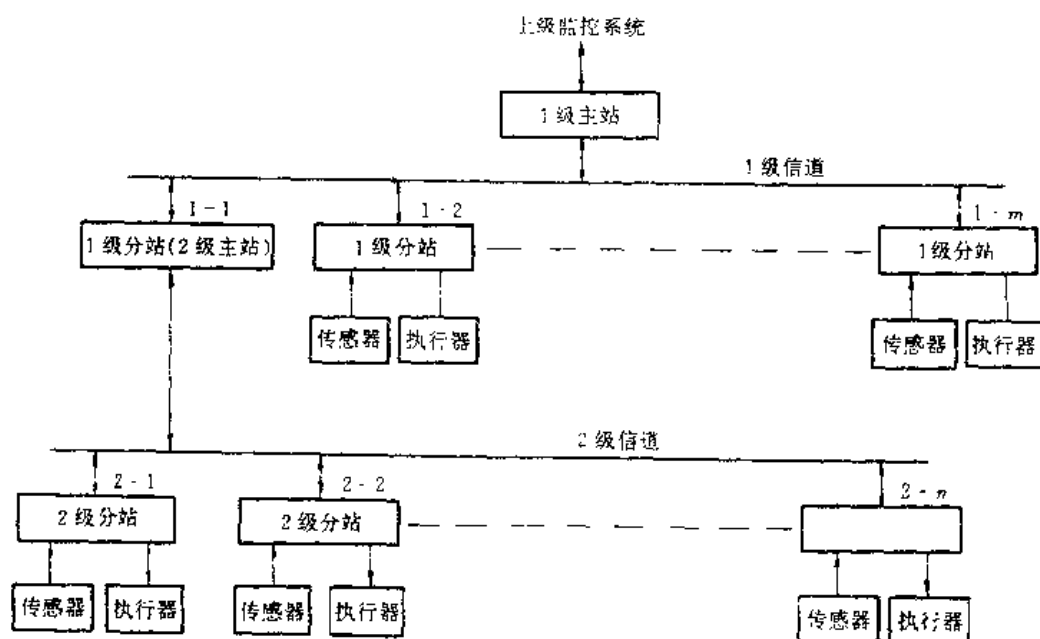
联网 系统主站具有与上一级监控系统联网所需的几种接口,以便与多种全矿井监控系统联网运行,把本系统重要信息向上传送,同时接受上级系统的控制命令及必要的信息。

系统组成及原理 带式输送机群监控系统由主站、分站、信息传输通道、传感器、执行器和通信、信号装置等部分组成(见下页图)。

系统一般采用分级分布式结构。1级主站通过1级信道可与最多 m 个1级分站通信,并与上一级监控系统联网。作为1级分站的2级主站通过2级信道可与最多 n 个2级分站通信。

主站 由电源、决策单元、显示、记录和控制操作等部分组成。主站管理若干台分站,构成一个子系统即过程控制级。主站巡回检测各台分站,显示和记录必要的信息,提供操作指导,发出故障声光报警信号,并可按照系统的运行规律和要求,以自动或手动方式向分站发出控制命令,实现系统的程序控制或优化控制。

带式输送机群监控系统的主站,根据煤矿开拓方式和运输系统要求,可以设置在井上控制室内,也可以设置在井下硐室内。主站设置在井上时可选用地面一



带式输送机群监控系统结构框图

般型设备,但在信息传输设备中应设置安全栅,可由一般兼本质安全型电源供电,以保证井下与之相关联的电气设备符合矿用防爆要求。主站设置在井下时,则必须选用符合矿用防爆要求的设备。

分站 由电源、决策单元、显示和控制操作等部分组成,并与传感器、执行器相连接,构成带式输送机、给煤机或其他设备的单机电气控制装置,即设备直接控制级。分站通过传感器检测被控设备的各种工况参数,经信息处理,显示设备的运行状态参数、故障性质和地点,并可提供操作指导,发出声光报警信号。同时,分站可根据单机运行规律和要求,以自动或手动方式,通过执行器发出启动预告信号,控制设备启动、运行和停止。分站在实现单机直接控制的同时,又能与主站通信,将必要的信息送给主站,并接受主站发来的指令和信息。

信息传输通道 可以是电缆、光缆、也可以是无线或其它传输介质,但由信息传输设备输出的信号进入或通过具有爆炸危险的场所时应是本质安全的。

信息传输方式 可以是频分制、时分制或时分频分混合型等,一般采用时分制传输方式。时分制传输系统的传输速率选用 300、600、1200、4800、9600b/s,根据需要也可以选用更高速率的传输系统。

传感器 带式输送机群监控系统配有多种传感器和保护装置,例如速度、拉绳闭锁、跑偏、温度、物位、烟雾、断带、胶带撕裂、输送机运人越限、主电动机电流、短路、过载、欠压、断相、灭火洒水、防尘洒水、

运输量瞬时值和累计值、机头堆煤、输送机之间连锁等检测保护装置。传感器可输出开关量信号或模拟量信号。

执行器 通常是电磁起动器和电动执行机构。它们接受分站输出的开关量控制信号或模拟量调节信号,控制带式输送机、给料机启动、停止或改变运行参数。

通信、信号装置 是监控主站、分站、转载点的岗位运行人员和流动维修人员之间相互联络通信的手段。信号装置主要实现启动预告和打点信号联络的功能。通常由有线扩音电话、选号电话和无线电话实现语言通信。

系统的主要技术参数 中国煤矿输送机群监控系统的技术参数为:

系统容量: 1台1级主站最多可带 32台1级分站;

1台2级主站最多可带 16台2级分站。

传输距离: 主站到最远端分站的距离可达 15km。

测量值传输系统误差: 不大于 1%。

(刘树夫)

daishi shusongji zhangjin zhuangzhi

带式输送机张紧装置 (take-up unit for belt conveyor)

调节输送带张紧程度,以产生摩擦驱动所需张力的装置。其功能为:①保证输送带在传动滚筒的松边具有足够的初张力,使所需牵引力得以传递,防止输送带打滑;②保证输送带周长上各点的张力不

低于一定值,防止输送带在托辊之间过分松弛丧失槽形而引起撒料和增加运行阻力;③补偿输送带因弹性变形和永久变形造成的长度变化;④为输送带重新接头提供必要的行程。工作原理如下图所示。

按结构形式可分机械张紧式、重力张紧式和自动张紧式三类。

机械张紧式 用机械方式移动张紧滚筒或张紧小车使输送带具有一定的初张力,以满足摩擦传动要求。在输送机运转过程中,张紧滚筒或张紧小车的位置始终是固定的,因此又称固定式。常用的有螺旋张紧装置与绞车式固定张紧装置。这类张紧装置结构简单紧凑,但输送机运转过程中张紧力不能自动调整保持恒定。

(1) **螺旋张紧装置** 由螺杆和螺母组成的螺旋副来移动张紧滚筒使输送带张紧。这种张紧装置行程有限,且不能自动保持初张力,一般适用于短距离(小于80m)、小功率的输送机。煤矿井下的带式输送机很少采用。

(2) **绞车式固定张紧装置** 钢丝绳缠绕在绞车卷筒上,通过滑轮组及张紧小车,将输送带张紧。初张力值由张力指示器显示。绞车一般有手动与电动两种,根据输送机长度与使用要求选定。张紧小车平时是固定不动的,经运转一定时间后,因输送带塑性伸长而使初张力降低时,可操作绞车移动张紧小车,使输送带达到规定的初张力。这种张紧装置结构紧凑,行程不受限制,但输送带的初张力不能保持恒定。在煤矿井下采区运输巷里的绳架式及可伸缩带式输送机上使用较广,也适用于井下固定式水平或倾角较小的上运带式输送机。

重力张紧式 利用物体的质量使输送带具有足够的恒定张力。其结构形式可分为重锤式与重载车式两种。

(1) **重锤张紧装置** 利用重锤块的质量经张紧小

车将输送带张紧,并能保证输送带在各种运行状态下具有恒定的张力,同时自动补偿输送带的塑性伸长和过渡工况下弹性伸长的变化。根据输送机使用场合和张紧行程大小,张紧小车一般采用水平或倾斜布置,也可以垂直布置。这种张紧装置结构简单、张紧速度快、输送带的初张力始终保持恒定,使输送机运转可靠。缺点是体积较大而笨重,并需另开重锤硐室,增加巷道开拓量。主要用于井下固定式水平或倾角较小的带式输送机。

(2) **重载车式张紧装置** 利用张紧小车载重块的自身质量产生向下拉力使输送带张紧。当输送机工况变动引起输送带张力变化时,张紧小车在自身质量作用下产生位移,使张紧力保持恒定。这种张紧装置可布置在输送机的尾部,取消机尾装置,简化结构,且减少输送带弯曲次数,延长其使用寿命。缺点是张紧小车的质量大为增加,主要用于倾角较大的上运或下运带式输送机。

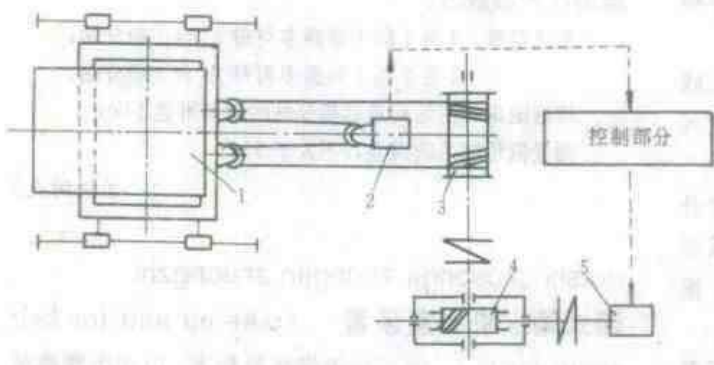
自动张紧式 是近代长距离、大运量、大功率带式输送机中应用较广的张紧形式。它能使输送带具有合理的张力值,自动补偿输送带的弹性变形和永久变形的长度变化。缺点是结构较复杂、外形尺寸大、对污染敏感,并需要较精确的测力元件及控制系统。

自动张紧式按驱动机的形式有绞车式和液压式两种。

(1) **绞车式自动张紧装置** 用电动绞车和钢丝绳移动张紧小车,通过张力传感器和控制系统实现输送带初张力自动调整的装置。绞车式自动张紧装置的原理如图所示。输送机起动之前,先起动绞车,使输送带张力增加到正常运转值的1.4~1.5倍,以满足输送机加速时产生输送带附加张力的要求,然后再起动输送机。此时的最大张力与初张力仍能保持原有的比值,可防止输送带打滑。输送带达到额定速度后,初张力自动

转换为稳定运转值。在稳定运转工况下,输送带张力几乎不变,张紧装置不动作。若负荷变化或其它原因引起的张力变化率达±10%以上时,张力传感器即输出信号给控制系统,使绞车自动开机,移动张紧小车进行调整。这种张紧装置能自动调整输送带的初张力值,使输送机在各种工况下不致打滑。但结构和控制系统较复杂,张力传感器的工作精度较低,不能迅速反应输送带张力的变化。一般用于煤矿井下大型固定式水平或倾角较小的带式输送机,亦可用于采区运输巷可伸缩带式输送机。

(2) **液压式自动张紧装置** 用液压缸移



绞车式自动张紧装置原理图

1—张紧小车; 2—张力传感器; 3—绞车卷筒;
4—蜗轮减速器; 5—电动机

动张紧小车使输送带张紧的装置。通过张力传感器和液压泵供油控制系统使液压缸动作,实现初张力自动调整。其工作原理与绞车式自动张紧装置基本相同。与自动绞车式相比,优点是可节省电能,缺点是张紧行程受液压缸长度的限制。一般用于煤矿井下水平带式输送机。

(傅纪耀)

daishishusongji zhengji shiyan

带式输送机整机试验 (testing of belt conveyor)

在专用试验室中,模拟井下工况,按照有关规定的程序和内容,对组装成整台的带式输送机产品的各项性能指标、主要参数进行检测和考核,以验证带式输送机的输送量、转矩、输送带速度、输送角度等主要技术指标,并为科学研究、产品设计提供可靠的实验依据。

简史 世界主要采煤国家在 20 世纪 50 年代就有带式输送机零部件试验装置。60 年代开始进行整机试验的研究,如联邦德国、捷克均建有带式输送机整机试验装置。中国于 80 年代初在上海也建立了带式输送机整机试验室和试验场。

测试内容 整机试验是在地面上按设计要求进行铺设,铺设长度不少于 100m,试验分别在空载和负载状况下进行。基本内容有测量输送机空载和满载功率、输送带速度、输送带张力和挠度、槽形角和物料在输送带上的安息角、输送量。

空载功率 空运转时驱动滚筒轴功率的平均值。利用转矩转速传感器与配套的二次仪表测量轴功率。测量时,将传感器串接在减速器输出轴与驱动滚筒轴之间,带式输送机空载运行,在二次仪表上显示空载功率、转矩和转速值。

满载功率 在额定输送量的条件下运转时驱动滚筒轴功率的平均值(测量方法同空载功率)。

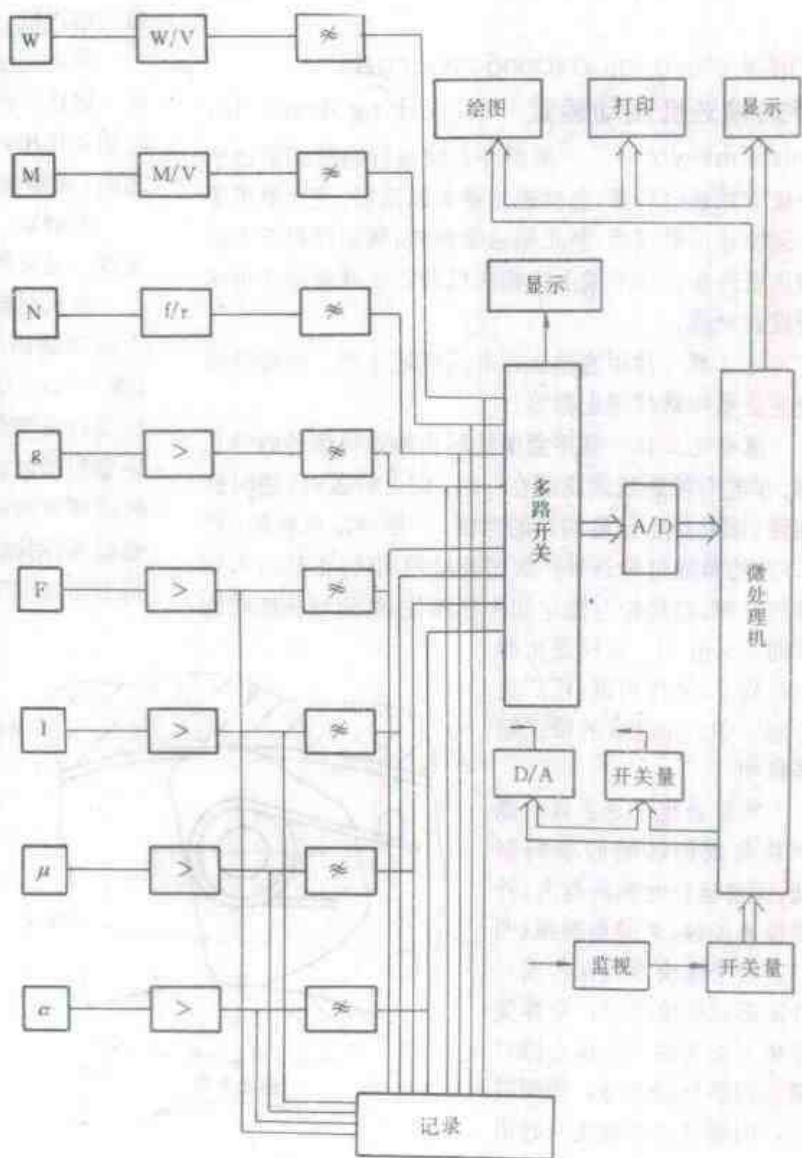
输送带速度 一般可利用手持式数字转速表测量驱动滚筒转速,再换算成输送带速度。测量精度要求较高时,可利用以测速法原理制成的专用输送带速度测量装置进行测量。

输送带张力 在带式输送机的张紧装置处安装拉力传感器,直接测量输送带张力。

输送带挠度 在输送带下面安装位移传感器,利用配套的二次仪表测量输送带挠度,先测量输送机空载运行时的输送带挠度值 l_1 ,再测量输送机在额定输送量条件下运行时的输送带挠度值 l_2 ,输送带挠度 $l = l_2 - l_1$ 。

输送带槽形角和物料在输送带上的安息角 直接用量角器测量。改变槽形角可直接影响安息角的变化。它们将影响输送机的输送量和爬坡能力。

输送量 在额定运行条件下的小时输送能力。测量设备为胶带秤。测量时,使在额定运行状态下的带式输送机正常停车,对一定长度输送带上的煤进行称重,得出每米重量,然后根据输送带速度计算小时平均输



测量系统方框图

测量。

测量系统 整机试验需测量的主要参数如：驱动滚筒轴功率 W 、转矩 M 、转速 N 、向上向下运输角度 α 、输送量 g 、输送带张力 F 和挠度 l 、机头机尾的振动量 μ 等（见上页图），由各种不同的传感器、转换器、变送器、分流器、分（变）压器转换成电信号，然后送入保持器、放大器、低通滤波器等信号处理单元，处理后以统一的直流电压信号进入记录仪或计算机测量系统。计算机测量系统包括 A/D、D/A 转换器、计算机、显示器、打印机和绘图仪等。其中 A/D、D/A 转换器可以根据测量精度的要求，选用 10 位或 12 位。转换速率可根据被测量的点数要求选择。微型计算机测量系统所使用的软件为数据采集、数据处理、表格打印和曲线绘制等程序，程序由计算机高级语言编辑。

（黄福奎）

daishi shusongji zhidong zhuangzhi

带式输送机制动装置 (breaking device for belt conveyor)

采用外力使运行的带式输送机停止或减速的装置，包括逆止器和制动器。逆止器用于上输送机停车后，制止输送带倒转；制动器用于下输送机停车。水平或上输送机若需要准确停车也应装设制动器。

逆止器 常用的逆止器有滚柱逆止器、非接触楔块逆止器和塞带逆止器等。

滚柱逆止器 靠挤紧滚柱制止输送机倒转的逆止器。星轮与输送机滚筒连在一起，向上输送时，逆时针旋转，滚柱位于星轮切口的宽侧，不影响滚筒转动。停车后，物料通过输送带使滚筒及星轮倒转，滚柱挤入切口的窄侧，将星轮与固定的外套楔住，达到制止逆转的目的（见图 1）。这种逆止器空行程小，动作可靠，已广泛应用于中、小功率的带式输送机中。

非接触楔块逆止器 靠楔块实现回转轴的单向制动。正常运行时楔块与内、外圈脱离接触，可避免磨损（图 2）。若干楔块排列在内圈和外圈形成的滚道中，在弹簧作用下楔块的两个偏心圆柱面与内圈外圈接触，外圈固定，内圈可连着楔块一起沿逆时针方向转动。当速度超过一定值时，楔块在离心力

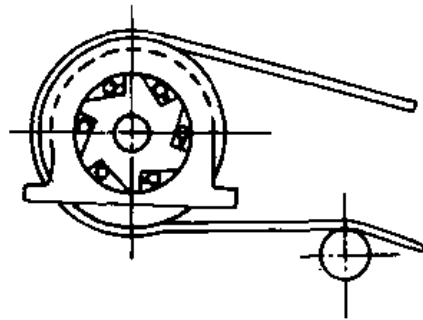


图 1 滚柱逆止器

作用下产生偏转，与内圈和外圈脱离接触，从而避免了它们之间的磨损，延长使用寿命。当停车后向相反方向逆转时，楔块将内外圈楔紧，将其制动。这种逆止器磨损小，寿命长，许用力矩大，结构紧凑，已广泛应用于带式输送机。

塞带逆止器 依靠制动带与输送带之间的摩擦力制止输送带倒转的逆止器。输送带向上正向运行时不起制动作用，向下倒转时，制动带被卷入输送带与滚筒之间，藉摩擦力将其制动。只适用于小功率的输送机。

制动器 常用的制动器有盘式制动器、液压制动装置、动力制动装置和块式制动器等。

盘式制动器 靠圆盘两端面与制动块之间的摩擦力实现制动（下页图 3）。它由制动盘、制动缸和液压（或气压）系统组成。制动盘安装在减速器出轴上，制动缸成对安装在制动盘两侧，其活塞杆端部装有闸块；闸块靠制动缸内的螺旋弹簧加压，采用油压（或气压）松闸或调节闸块压力。盘式制动器的制动副数量可按需要设置。用微机控制制动力矩的防爆型盘式制动器，应用于防爆型下运带式输送机，能保证制动的平稳性和

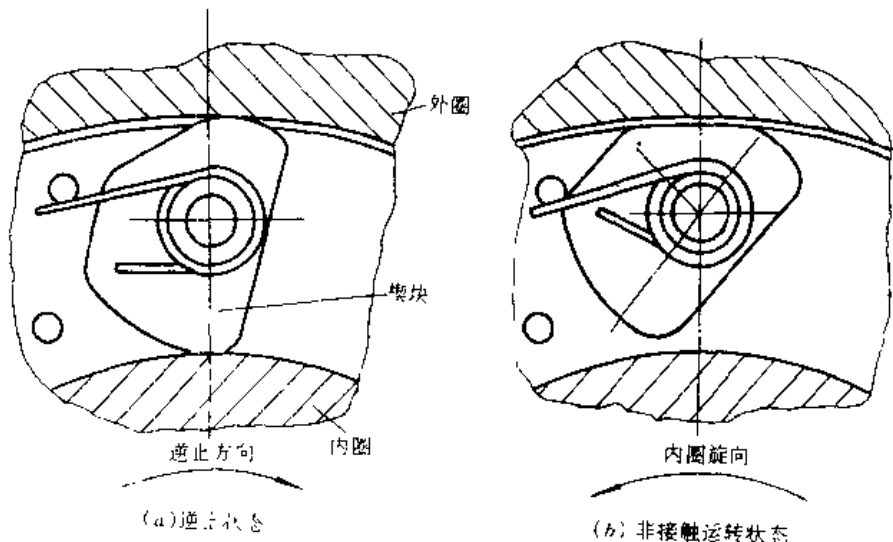


图 2 非接触楔块逆止器

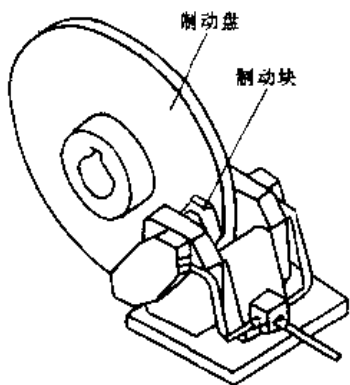


图3 盘式制动器

安全性,可用一级制动取代二级制动,结构简单,可靠性高。

液力制动装置 靠循环流动的工作液环量减少而产生制动力矩的装置。液力制动器主要由泵轮和涡轮组成,涡轮固定,泵轮联接在传动系统中,随输送机运行而转动(图4)。输送机处于运转工况时,液力制动器不充油空转;制动工况时,靠油泵向其充油,工作油流经泵轮时被加速,环量增加,而流经涡轮时被减速,环量减少,因而工作油对涡轮作用着与其旋转方向相反的制动力矩。调节充油度即可改变制动力矩的大小,保证制动的平稳性。由于制动力矩随转速下降而减小,当转速降至额定值的 $1/3 \sim 1/4$ 时,需藉块式制动器配合制动,将输送机刹停。此装置寿命长,散热能力强,制动平稳,事故停电时能自动循序投入两级制动,确保安全,但系统较复杂。中国已将其应用于防爆型下运带

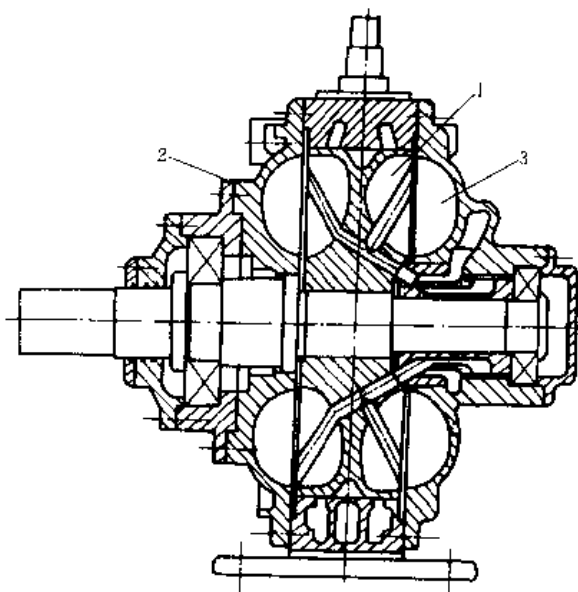


图4 液力制动器

1—泵轮; 2、3—涡轮

式输送机中。

液压制动装置 靠控制容积式油泵的出口压力,使其产生制动力矩的装置。液压制动装置必须配备块式制动器将输送机刹停。它分为液压调压制动装置和液压调速制动装置两种,均应用于下运带式输送机中。液压调压制动的制动力矩稳定,系统简单,能准确地按预定值控制减加速度,但油泵随输送机运行而空运转,造成磨损,使寿命和可靠性降低。

动力制动装置 它是在切断交流绕线式电机电源时,向其定子绕组通入直流励磁电流,使交流电动机处于直流发电工况,对下运带式输送机施加制动力矩的装置。在制动过程中,输送机的机械能通过发电机转化为电能,然后在转子回路的变阻器上转变为热能而消耗掉,调节变阻器的电阻值即可控制制动力矩的大小,确保平稳制动。由于制动力矩随着转速下降而减小,当输送机的转速降低至额定值的 $15\% \sim 20\%$ 时,需藉块式制动器配合制动,将输送机刹停。此装置应用于大型带式输送机中。

块式制动器 靠制动块压紧在制动轮上实现制动。这种制动器简单可靠,但散热性能不好,可应用于上运或水平输送机中,也可用于下运输送机作为第二级停车制动器。

(黄健章)

dangui diaoche

单轨吊车 (overhead monorail) 在悬吊的单轨上运行,由驱动车或牵引车、制动车、承载车等组成的运输设备。它主要用于煤矿井下材料、设备、人员和矸石的辅助运输。单轨吊车悬挂运输方式的特点是:①不靠粘重产生牵引力,同等运输重量条件下牵引车重量较轻。②能够方便地用自身的吊运设备把物料、设备吊起或放落,不需另设转载设备。③不干涉安装在巷道下部的地面设备,能跨越刮板输送机或落地带式输送机。④爬坡能力大、转弯灵活,能适应断面较小起伏多变的巷道运输。但它对巷道的顶板及支护要求较高。

基本结构 单轨吊车由驱动车或牵引车(钢丝绳牵引),承载车、制动车及配套设备、专用轨道等组成。其中绳牵引单轨吊车由绞车,紧绳器,导绳轮系,牵引车及储绳器、承载车、制动车和尾绳站组成。司机在绞车房靠信号操纵运行,制动车在列车超速时自动制动保护。牵引车、储绳器、起吊运输车 and 制动车都悬挂在轨道下部翼板上,其它部份分别安装在巷道中。自驱动单轨吊车由自身的动力装置(柴油机或蓄电池)通过传动系统将动力传送给驱动部各个驱动轮,驱动轮

成对布置在轨道的两侧,并由挤压油缸将驱动轮压紧在轨道的腹板上产生粘着牵引力。

分类 单轨吊车按其驱动方式可分为绞车钢丝绳牵引单轨吊车和自驱动单轨吊车两大类。自驱动单轨吊车发展较快。按其动力类别和使用特征,可分为绳牵引单轨吊车、防爆柴油机单轨吊车、防爆蓄电池单轨吊车和电动调度吊车等4个类型。

绳牵引单轨吊车 用绞车通过钢丝绳牵引的单轨运输设备。能适应坡度不大于 45° 的巷道运输,运输路线固定,运距一般在2000m以内。它是单轨运输的最早形式,结构简单,成本较低且对坡度的适应性强,因此应用较广泛,特别在运输任务量大、服务年限较长的大坡度巷道中使用有其独特优势。绳牵引单轨吊车的主要技术参数为爬坡牵引力30kN;牵引速度 $0\sim 2.2\text{m/s}$;最大运距1000~1300m;最大倾角 20° 。

绳牵引单轨吊车由绞车、紧绳器、尾绳站、牵引车、储绳车、导绳轮系、承载车、制动车等组成(见下页图1)。绞车可采用电动无极绳绞车,但较多采用电动液压绞车。液压绞车能无极调速,在起动或爬坡时以低速大牵引力运行,平道时可加快速度,实现速度与牵引力的自动调节。绞车与尾绳站分别固定在运输区间的两端。紧绳器靠近绞车固定安装,用重锤式机构使钢丝绳保持一定张力。尾绳站固定安装于运输系统末端,由回绳轮和张紧器组成。钢丝绳经回绳轮折回绞车向前延伸。牵引车与储绳车受钢丝绳牵引沿轨道带动运输车辆运行。储绳车是把满足运输后多余部分钢丝绳储存在卷筒上,以备系统延伸时使用。通常储绳车与牵引车铰接在一起或合并成牵引储绳车。导绳轮系是钢丝绳按照设定路线往返运行的导向组件。在直线路段,轮系承载钢丝绳重量并限制其抖动,在弯道处(水平或垂直)轮系控制钢丝绳的运行轨迹,断绳时不使绳头紊乱,保证人员安全。承载车悬挂在单轨下部的翼板上,可由各种承载车组成运输列车,车与车之间用拉杆及销子连接。制动车是不与主机联动的独立制动装置。为保证运行安全,设有工作制动、停车制动和紧急制动3种制动方式。当车辆超速运行或瓦斯超限等不安全因素出现时,安全监控系统能令其自动制动停车。配套设备中主要包括:①起吊梁,由起吊葫芦和承载梁组成,能方便地吊起或放落物料;②人车,是单轨吊车专用人员运输车;③集装箱,用来装砂、石、水泥等散状物料和小型配件,有自卸功能。

防爆柴油机单轨吊车 以防爆低污染柴油机为动力的单轨吊车。使用这种单轨吊车的巷道,其通风量要求能将空气中的有害物质稀释到煤矿安全规程规定的范围之内。防爆柴油机单轨吊车是当今单轨运输方式

中的主要机型,它的动力源连续持久,不受运输距离和使用时间的限制,而且可以向大功率大牵引力发展,实现煤矿重型设备的直达运输。防爆柴油机单轨吊车的主要技术参数为:柴油机功率 $15\sim 66\text{kW}$;牵引力 $11.7\sim 60\text{kN}$;速度范围 $0\sim 2\text{m/s}$;爬坡能力 $0\sim 18^{\circ}$ 。在运输系统中局部有大坡道而又需要连续运输时,可以在柴油机单轨吊车上增装一组啮合的齿条以增大单轨吊车的爬坡能力,这种设备称为齿轨单轨吊车。它的齿轮驱动部,在非啮合轨区段不投入运行。司机根据信号在进入齿轨之前和驶出齿轨段时,将齿轮驱动部起动和停止工作。齿轮驱动部的牵引力一般为原车的 $1.5\sim 2$ 倍,牵引速度也相应减小同样倍数。防爆柴油机单轨吊车主要由主机、驱动部、司机室和液压传动系统组成(见下页图2)。主机由防爆柴油机及其附属装置(起动装置、冷却系统、进气系统和排气净化系统)、液压系统和电气监控系统组成。柴油机是单轨吊车的动力源,其结构和进、排气系统均符合防爆要求。防爆柴油机的起动有液压起动、弹簧起动和压缩空气起动3种形式,前两种应用较多。柴油机拖动液压系统的主油泵和辅助油泵,将机械能转换为液压能,压力油通过控制阀分配给各个驱动部的液压马达和执行机构。电气监控系统由发电机、电控箱、电源箱、照明灯、警号装置和安全监控箱(包括若干传感器)等组成。每一驱动部上方对称于轨道两侧设置一水平布置的驱动轮,油缸将驱动轮紧压在轨道的腹板上,产生足够的粘着力以牵引单轨吊车。每个驱动轮由一台液压马达带动。安全制动闸也设在驱动部中。为了提高制动可靠性,单轨吊车一般都装有几副安全闸,使总制动力不低于单轨吊车牵引力的1.5倍。

防爆蓄电池单轨吊车 以防爆特殊型蓄电池为动力,由直流牵引电机驱动的单轨吊车。能适应坡度小于 10° 起伏多变的巷道和不小于6m半径的弯道及多支路运输。它机动灵活、噪音低、无污染、发热量小,属于储能式动力源,工作一段时间后,电源箱需要充电,因此不宜于长距离大坡道或繁重的运输工况。防爆蓄电池单轨吊车主要技术参数:功率 $4.5\sim 25\text{kW}$;牵引力 $7\sim 36\text{kN}$;速度范围 $0.5\sim 2.1\text{m/s}$;有效载重 $2\sim 12\text{t}$;适应坡度 $0\sim 12^{\circ}$ 。防爆蓄电池单轨吊车由驱动部、电源箱、司机室等组成(见下页图3)。每个驱动部由机架、直流牵引电机、分动箱、摇臂架和驱动轮组成。一个驱动部一般由一个电机通过分动箱把动力传送给两个摇臂架和驱动轮,在两个摇臂架之间由挤压油缸拉紧,使驱动轮紧压在轨道腹板上以产生摩擦牵引力。驱动部上还设有工作制动器和安全制动闸。电源箱是防爆特殊型电源装置,由专用吊梁挂在机车中部并设

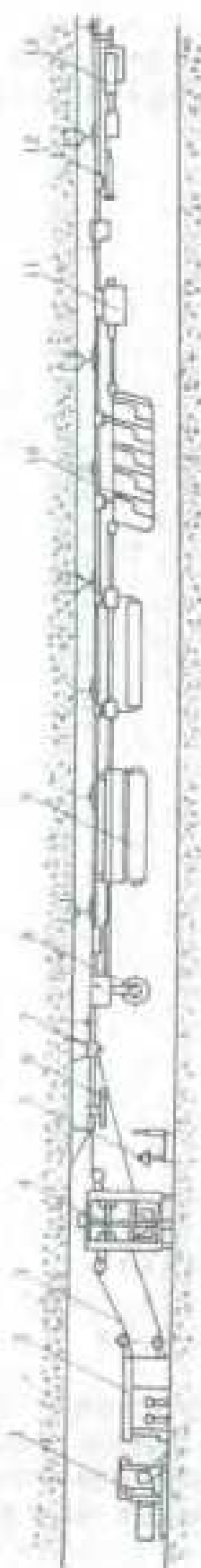


图1 缆车牵引系统

1—缆车；2—缆索；3—制索站；4—牵引站；5—控制站；6—缆车；7—牵引站；8—牵引站；9—牵引站；10—人车；11—制索站；12—牵引站

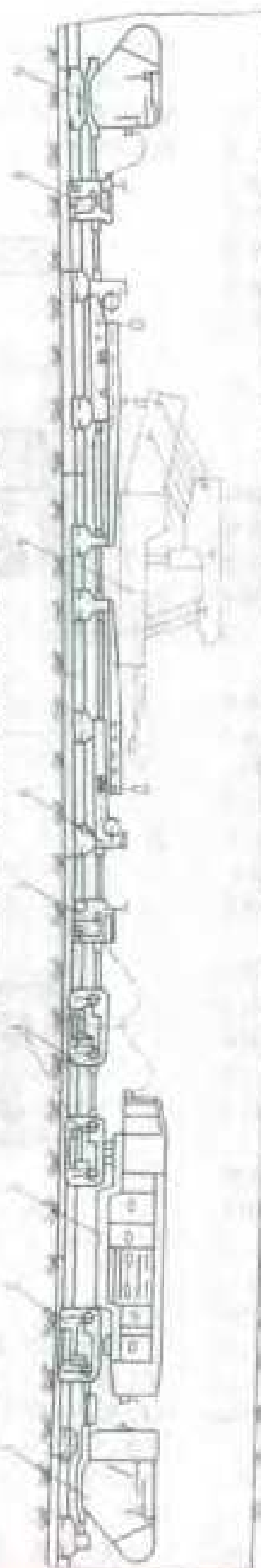


图2 缆车牵引系统

1—牵引站；2—牵引站；3—牵引站；4—牵引站；5—牵引站；6—牵引站；7—牵引站



图3 缆车牵引系统

1—轨道；2—牵引站；3—牵引站；4—牵引站；5—牵引站；6—牵引站；7—牵引站

有专用升降机构,以便于更换。一台蓄电池单轨吊车一般需配备两套以上电源箱,轮换使用和充电。

简史 单轨吊车运输系统起源于德国。1954年,第一部绳牵引单轨吊车用于斜巷和平巷。1963年,德国开始研制柴油机单轨吊车。1976年又开始研制蓄电池单轨吊车。目前,法国、德国、捷克、斯洛伐克和前苏联等国家单轨吊车已成为煤矿辅助运输主要设备之一。1984年,中国生产出蓄电池单轨吊车。到1992年已研制成15kW、30kW、66kW 3种防爆柴油机单轨吊车。

(郝永庆)

danti yeya zhizhu

单体液压支柱 (hydraulic prop) 利用液体压力产生工作阻力,并实现升柱和卸载的单根可缩性支柱。支柱在行程范围内可自由伸缩,具有较大的初撑力和恒定的工作阻力。与金属铰接顶梁配合,主要用于薄及中厚煤层长壁工作面。高度2.8m以上的支柱,多用于采准巷道临时支护及综采工作面端头支护。

主要特点 支柱呈单根状,和液压支架相比具有轻便、灵活、适应性强和初期投资少等特点,特别是当煤层沿走向断层多、厚度变化大或工作面走向长度短、搬家频繁时使用特点更为突出,但产量、效率、安全状况和机械化程度远不如液压支架。和摩擦支柱相比,具有操作简便、升柱速度快、初撑力大、工作阻力恒定、承载均匀、回收安全和顶板事故少等特点。价格和维修费用比摩擦支柱高。

分类 按供液方式和使用工作液体不同分为外注式(外供油)和内注式(内供油);按伸缩段数可分为单伸缩式和双伸缩式,后者只用于薄煤层;按所用材料分有钢、铝合金和非金属复合材料等。铝合金支柱可明显减轻重量,多用于高支柱,但由于井下安全原因,世界各国都已限制或不允许使用。

外注式单体液压支柱 (图1)以泵站为动力源,通过胶管和注液枪把高压液体注入支柱来实现升柱和初撑的支柱。回收时,支柱工作腔液体喷入采空区。工作液是以水为主体的乳化液。支柱的主要零部件有:活柱体、油缸、顶盖、手把、活塞、底座和三用阀(单向阀、卸载阀、安全阀)。工作面需要一套管路系统,包括乳化液泵站、主管路、支管路、注液枪等,中间用两通、三通和球形截止阀连接。每30~50根支柱配有卸载手把一个,用来回收支柱。

内注式单体液压支柱 通过摇动手把操纵装在支柱内部手摇泵实现升柱和初撑的支柱。回收时工作液由支柱的工作腔流回自身的储油腔,在柱体内形成闭

路循环。工作液是专用液压油。主体结构和外注式支柱相似,只增加了一个手摇泵、一个通气阀,并将单向阀装在活塞上。每30~50根支柱配有手摇把一个,用来升柱和卸载。

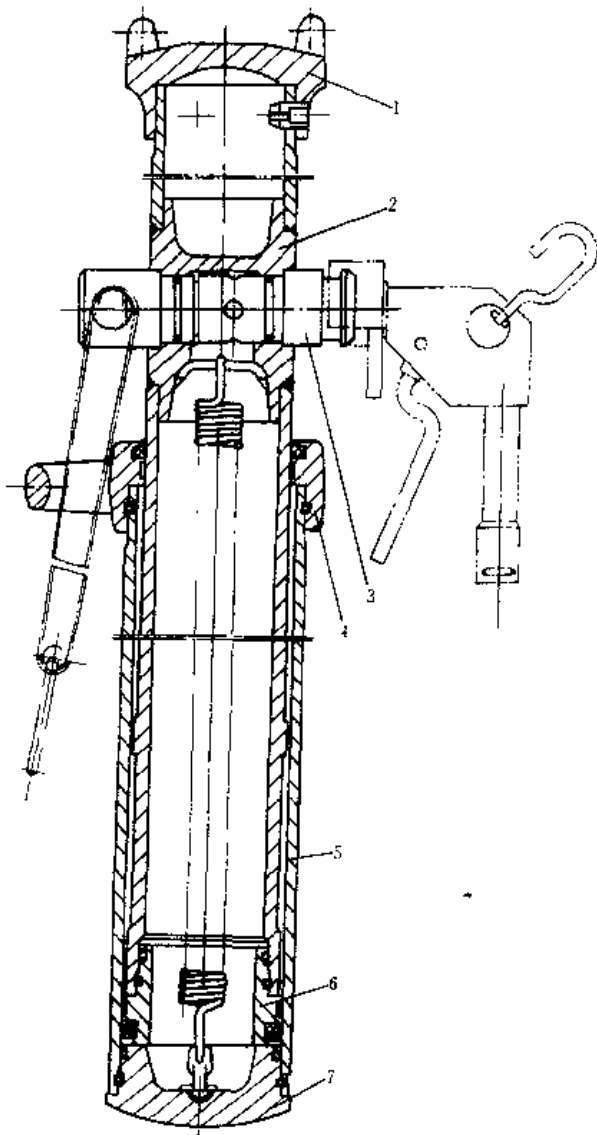


图1 外注式单体液压支柱

1—顶盖; 2—活柱体; 3—三用阀; 4—手把;
5—油缸; 6—活塞; 7—底座

外注式支柱通常比内注式升柱速度快4~5倍;初撑力稳定,受人为因素影响小;结构简单、重量轻、维修方便,因而被大量应用。但需要一套泵站和管路,环节多,管理复杂;使用中要消耗大量乳化液,浸湿底板污染环境,工人劳动条件差。内注式支柱结构复杂、重量大、不便维修,仅英国和前苏联曾应用较多。

工作原理 外注式支柱和内注式支柱工作原理相



同,都是单作用油缸,工作过程分为升柱—初撑—承载—回收。操作注液枪(内注式支柱操作手摇泵)向支柱单向阀供液,使活柱不断伸出,直至与金属铰接顶梁接触,接顶后即完成升柱。继续对支柱单向阀供液工作腔液压不断增高直至与泵压相同(内注式支柱达到额定手摇力),顶梁给顶板一个初撑力实现初撑。初撑力的大小决定于泵站的压力(内注式为手摇力)和支柱油缸内径,通常可达70~80kN以上。支柱支设后随时间推移,顶板作用在支柱上的载荷不断增加,当达到支柱额定工作阻力时,安全阀开启,液体外溢(内注式支柱溢流液体流回储油腔),支柱缓慢下缩,顶板随之下沉。作用在支柱上的载荷小于工作阻力时安全阀关闭,支柱停止下缩,从而保证对顶板基本恒定的支撑力。支柱回收时,用专用工具打开卸载阀,工作腔内液体喷入采空区(内注式支柱工作腔液体流回储油腔),活柱在自重及复位弹簧作用下快速回缩。关闭卸载阀,活柱即停止下缩,人工将支柱移至安全地点。回收操作可根据顶板状况进行近距离或远距离卸载,确保回收人员的安全。

注液枪 用于外注式单体液压支柱升柱并获得初撑力的专用工具。

注液枪主要由枪管、锁紧套、手柄、枪体、和可控的单向阀、泄液阀等零部件构成,并通过胶管与泵站相连(见图2)。

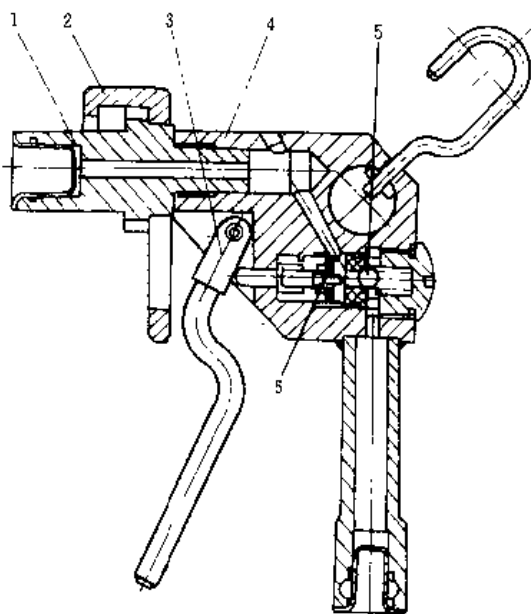


图2 注液枪

1—枪管; 2—锁紧套; 3—手柄; 4—枪体;
5—单向阀; 6—泄液阀

使用时,将枪管插入支柱三用阀中,通过锁紧套把枪和三用阀连接好,掀动手柄,打开单向阀,泵站高压

液经过三用阀中单向阀进入支柱工作腔,活柱快速升起完成升柱,停留5~6s后再松动手柄,支柱工作腔液体压力达到泵站压力,完成支柱的初撑。松开手柄,单向阀即自动关闭,切断液源;同时泄液阀自动打开,使三用阀和枪管中的残存高压液泄出,注液枪便可顺利摘下。

简史与发展 1946年英国人根据飞机起落架原理,设计出内注式支柱,并在井下应用。50年代西德在总结内注式支柱使用经验的基础上,设计出外注式支柱。由于它的突出优点很快为不少国家所接受,在很短时间内用量超过内注式支柱。西欧等主要产煤国家50年代到60年代初,单体液压支柱曾作为提高工作面产量、效率和保证安全生产的重要技术途径得到发展,并取代了摩擦支柱。60年代中期随着液压支架的普遍应用,单体液压支柱用量逐年衰减,仅用于工作面端头等特殊条件。中国60年代初开始研制这种支柱,并在80年代获得迅速推广。90年代初重点矿区近三分之二的工作面已经使用单体液压支柱,形成年产制造百万根的生产能力,成为世界上拥有单体液压支柱最多的国家。

(潘德斌)

danti yeya zhizhu shiyan

单体液压支柱试验 (testing of hydraulic prop)

在建有模拟井下工况试验设施的试验室中,按照规定的程序和内容,对组装成整台的单体液压支柱的各项性能指标、主要参数进行检验和考核,以验证其工作特性、操作性能、密封性能、结构强度、抗冲击性能以及可靠性和适用条件,并为发展单体液压支柱提供实验依据。

试验设备 按布置方式分为立式和卧式两种,前者试验条件与井下实际工况相似,占用面积较小,但需要较高的空间和配备专用的机械手和保护装置。后者和前者的优缺点相反,对试验高支柱有利。按照运动特性又可分为静态和动态两种试验台。

静态液压支柱试验台 可进行支柱轴向加载、非轴向加载和过载试验、三点弯曲试验和耐久性试验等。

液压支柱快速加载试验台 具有动、静态试验功能,可实现对载荷、速度等参数的监控,也可按预定波形进行加载,备有数据采集系统。

试验内容 包括:操作性能试验、密封性能试验、支柱工作特性试验、强度性能试验、耐久性试验、抗冲击性能试验、破坏性试验、爆破性能试验。

操作性能试验 检验支柱升降灵活性、升降速度、限位装置的功能(外注式)、装油量(内柱式)以及支

柱行程等。外注式单体液压支柱需要配备一套泵站系统作为外部供液的压力源,它的工作压力和流量根据支柱的设计要求确定。压力源由注液枪把工作介质经阀进入活柱内腔和活塞腔,活柱升起,检查升柱过程是否灵活,测定活柱的总行程和所需的行程时间,并计算单位时间的伸出量。内注式支柱不需要外部压力源,升柱时将摇柄往复摆动,活柱便可升起,每摇一次摇柄便可获得一定的行程。测定摇柄摆动(全行程)活柱的伸出量,或摆动若干次以后,测出活柱的总伸出量再计算出每摇动一次的平均伸出量。降柱时两种支柱都要借助于专用卸载手把,把卸载阀打开。这时,外注式支柱的工作液通过阀口排到大气,而内注式支柱的工作液则回到储油腔内。测试活柱的降柱速度。

密封性能试验 将支柱放入支柱试验台或刚性框架内,将活柱伸出至所需的行程,撑紧上、下平台。以外加载或内加载方式将支柱加压至所需的压力,高压密封一般为安全阀的关闭压力或支柱工作压力的1.1倍,低压密封为1.0~2.0MPa,然后切断液压源,按要求的时间进行密封试验,短时密封一般要进行2~5min,长时密封要进行几个小时至几十个小时,记录密封全过程支柱工作腔压力、介质温度及室温变化情况,要求温度不变时支柱不得有压力降和渗漏现象。

支柱工作特性试验 反映支柱在初撑、增压和溢流前后等不同状态时支柱支撑力的变化。考核支柱在特定的加载速度时的开启压力、加载过程中支柱内腔压力的变化和加载终止时支柱的关闭压力等。试验方法是将支柱放入试验台内,按要求调整试验台的加载速度,记录压力变化情况,测出支柱安全阀开启时的压力值以及压力稳定后的最终压力值。

强度性能试验 检验支柱在不同的高度、加载方式及特定工作载荷时的整体强度。支柱在作业面支设时由于操作或顶、底板不平等原因,支柱不可能完全垂直于顶、底板,受力点会偏离支柱中心线。该项试验分为轴向中心加载试验和轴向同侧偏心加载试验。考核支柱在承受轴向载荷、偏心载荷及缸体内均布的液压力的共同作用下支柱及其焊缝的强度及抗纵向弯曲的能力。

(1) 轴向同侧偏心加载试验 把被试支柱放入试验台内,调整其加载速度,把支柱升至最大高度,在顶盖和底座两端同一侧偏心距为某一定值处各固定一试验胎具,使加载中心线和上述两点连线平行。如果支柱的底座直径大于某定值时,底座偏心距应适当加大。以支柱的额定工作阻力加载并短时稳压。试验中支柱不得漏液,零部件不得损坏。

(2) 轴向中心加载试验 有3种试验项目,前两

种试验支柱都要处于最大高度,分别加载至1.5倍和2.0倍额定工作阻力,上述试验主要考核支柱的缸和活柱等零部件的强度。后一种试验,支柱要缩至最小高度,加载至2.0倍额定工作阻力,该项试验主要考核活塞、底座等极限位置承压表面的强度。强度试验时要根据理论计算的最大应力部位(活柱和油缸),分别对称布置若干测点并粘贴应变片,测定上述部位的实际应力值。试验时要控制支柱的挠度方向,使其垂直或重合于两对称测点的连线,同时用位移传感器测定支柱中部的最大挠度值。

耐久性能试验 检验支柱密封装置及配合件的耐久、耐磨性能和支柱承受交变载荷的能力。该试验的内容有应力循环试验和溢流行程试验。试验方法是把支柱放入试验台内,使活柱升到一定的高度(略小于全行程)。调定试验台的加载速度,轴向中心加载,载荷一般为额定工作阻力的1.1倍。试验时上述两项试验内容可以同时进行,先以额定压力将支柱撑紧上、下平台,再以调定好的加载速度对支柱进行外加载使支柱升压,用已调好的安全阀使外载保持在规定的工作阻力,通过安全阀溢流使支柱降缩,当降缩行程达到某一定值时,突然卸载,当支柱内腔压力降至一定压力时,再给支柱以初撑力,使支柱升至原先高度,再重复轴向中心加载。该项试验要满足两项指标,即应力循环次数和累积有效的降缩行程。试验中必须有效地控制加载速度和安全阀的工作压力。试验台支柱还须满足密封性能的要求。

抗冲击性能试验 模拟井下顶板突然来压时的动态载荷,考核支柱缸体、结构件焊缝等的强度、密封装置的动态特性和三用阀的强度、动态性能。试验时把支柱放在冲击台或快速加载试验台内,预先对支柱进行初撑,其支撑力一般为支柱工作载荷的0.6倍,固定在特制的刚性支架间,支柱顶盖配以特制的胎具作为冲击锤锤头的着力点。可选用10kN或15kN质量的锤头,分别从顶盖着力点1.5m或1.0m处自由落锤,使支柱获得15kN·m的冲击能量。在锤击顶盖的瞬间用动态检测仪器测出活塞腔内的最大压力值,根据理论计算时油缸和活柱的最大应力部位布置若干测点,用相应的仪器测出它的应力值。对外注式单体液压支柱应收集锤击柱头时安全阀溢流所排出的乳化液的体积,与实际测得的活柱降缩、活塞腔容积变化进行比较,分析在动载情况下密封装置的可靠性。如果使用快速加载试验台时应选择相应的加载速度和载荷值。

破坏性试验 检验支柱在最大高度时所能承受的极限载荷。试验可分为轴向中心加载试验和轴向同侧偏心加载试验两种。试验方法与强度试验相似,区别是

没有给定的加载上极限,而是连续加载到支柱破坏为止。支柱的破坏形式有以下几种:①密封装置失效(包括油缸、活柱等密封部位变形),高压液外泄。②支柱受载后失稳并弯曲、变形。③油缸、活柱母材或其焊缝开裂等。试验时连续记录其载荷值,并测出支柱破坏前的最大载荷值。

爆破性能试验 检验油缸或活柱内腔承受极限液压力后的破坏状态。试验方法是把油缸或活柱的一端封堵,把缸内灌满水后用专门接头封堵另一端,把液压力源与专用接头相连,把被试件放在专用的刚性框架上并固定,用超压力泵作压力源对试件进行加载,直至爆破。上述试验必须在密闭的爆破间进行,试验时连续记录缸内压力值,并测出爆破前最大压力值,测量试件破坏部位的变形量,检查破口的特征,以便验证试件的材质。要求爆破后破口必须呈塑性变形,不得脆裂或有碎块飞出,目的是防止作业面矿压有异常现象时缸体破裂砸伤人员或设备。

(王嘉华)

danxiang jiedi dianrong dianliu

单相接地电容电流 (unbalanced earth fault capacitance current) 在变压器中性点绝缘的电网中,发生单相接地时,流入故障点的电容性电流。

电容电流的危害 单相金属性接地时流入故障点的电流,亦即电容电流,可按下式计算:

$$I_c = 3U_{\phi} \omega C$$

式中 U_{ϕ} 为电网的相电压, V; ω 为交流电的角频率, rad/s; C 为电网每相对地的电容值, F; I_c 为单相接地电容电流, A。

电网发生单相接地故障时,会产生以下几方面危害:

(1) 引起瓦斯和煤尘爆炸 煤矿井下空气中含有大量的瓦斯和煤尘。瓦斯的主要成份是甲烷,其与空气的混合物的最小点火能量为 0.28mJ;而煤尘与空气混合物的最小点火能量也只 40mJ。因此,单相接地电容电流所产生的电弧或电火花,足以引起瓦斯和煤尘爆炸。

(2) 引起电网过电压 对于中性点绝缘的高压电网,单相接地电容电流所产生的间歇性电弧,在电网对地电容间形成高频振荡,使中性点位移电压不断升高,从而引起弧光接地过电压,即中性点不接地系统发生单相接地故障时,由于接地电弧间歇重燃现象而引起的过电压。根据运行经验,弧光接地过电压一般不超过 $3U_{\phi \cdot m}$ (注 $U_{\phi \cdot m}$ 为电网相电压的峰值),个别可达

$3 \cdot 5U_{\phi \cdot m}$ 。对于那些绝缘薄弱环节,可能被相继击穿,从而发展成为相间短路事故。

(3) 引起人身触电 井下巷道狭窄,人身接触电气设备的机会较多,特别是直接接触带电导体时,便可能发生触电事故。对于高压电网,即使有保护接地,一旦单相接地电容电流过大时,电气设备的金属外壳便可能出现高于 50V 的电压。此时若人身接触外壳,也可能发生触电。

(4) 使电气雷管先期引爆 单相接地电容电流有可能在地中流过,形成交流杂散电流。该电流可导致工作面的电气雷管先期引爆。

由于电容电流的危害严重,一些国家对单相接地电流作了规定,如中国煤矿安全规程规定不得超过 20A,联邦德国和罗马尼亚规定为 10A,波兰规定为 50A。

高压系统的电容电流 矿井高压电网主要由电缆组成,电网对地的绝缘电阻比其对地的容抗大得多,可认为单相接地电流等于电容电流。根据中国 68 对矿井 6kV 电网的测定数据,电容电流在 6.6~72A 范围;其中 6.6~56A 占总数的 97%;12.1~33.9A 占总数的 59.3%;大于 20A 者占 66.2%。因此,很多矿井都需要采取限制电容电流措施。电容电流的测量可分为直接测量法和间接测量法两类:

(1) 直接测量法 将电网的任何一相经电流表或经电流互感器和电流表接地,直接测量出单相接地的电容电流值,这种测量方法相当于单相直接接地,其余两相对地电压升高 $\sqrt{3}$ 倍,可能引起绝缘薄弱部份击穿,造成事故,因此,应采取一些预防措施。

(2) 间接测量法 主要有单相对地附加电容或电阻法、中性点附加电容法和谐振法等它们都是通过附加阻抗(电阻、电容)或直接在消弧线圈的抽头上进行电压、电流的测量,然后通过计算求出单相接地电容、电流值。

低压系统的电容电流 对于矿井低压电网,由于对地电容值较小,容抗大,而绝缘电阻值比较低,因而单相接地电流不完全是电容电流,还包含较大的电阻性电流成份。根据对中国矿井低压(660V)电网的实测数据分析:每相对地电容容值一般在 0.1~0.77 μ F 之间,而绝缘电阻值为 8~94k Ω ,且多数在 30~36k Ω 以下。因此,在计算或测量电网对地电容电流值时,不能完全用单相接地电流来代替,有别于高压电网。特别是电网比较小,电缆的总长度在 1km 以下时,电容很小,绝缘电阻的影响就更大,低压电网绝缘阻抗的测量方法也可分为直接测量法和间接测量法两类:

(1) 直接测量法 将事先设计制作好的绝缘阻抗



测量仪接入三相电网,便可通过仪表直接读出单相接地电流中的电容电流和绝缘电阻电流,或直接指示出电网对地的电容和绝缘电阻值。

(2) 间接测量法 常用的有交流伏安法、中性点位移电压法、附加低频电源法和谐振测量法等。它们都是通过测量数据,然后进行计算,求出电网对地的绝缘电阻值和电容值,或者求得单相接地电流中的电容电流和绝缘电阻电流成份。

限制电容电流的措施 主要有缩小供电范围和补偿电容电流两方面:

(1) 缩小供电范围 把较大电网分成几个没有电气直接联系的较小电网,常用的方法有:①让变电所母线段分段工作,使变压器分列运行;②采用隔离变压器等。

(2) 补偿电容电流 在变压器中性点或人为中性点与地之间,接入消弧线圈或电抗线圈,以补偿电网的单相接地电容电流。

参考书目

胡天禄,《矿井电网的漏电保护》,煤炭工业出版社,1987年。

张葆昌主编,《高压电气设备试验方法》,水利电力出版社,1990年。

(胡天禄 蔡旭)

daoju shiyan

刀具试验 (cutting tool test) 在通用和专用试验设备上,按规定的内容和要求,对煤矿采掘机械的刀具质量进行测试的过程。目的是考核刀具的截割性能、工艺质量、强度、耐磨性及互换性等性能指标,以保证采掘机械在工作中的截割性能及降低刀具的消耗。

试验内容 外观质量和基本尺寸检验、硬度检验、焊缝充盈度检验、焊缝区裂纹检验、焊缝抗剪强度试验、冲击韧性试验、截割性能试验和耐磨性试验等。刀具的截割性能和耐磨性试验,一般均作为不同刀刀几何形状、不同材质或不同加工工艺的刀具之间进行的对比试验,以获取在同等截割条件下的最佳的刀具技术参数。

外观质量和基本尺寸检验 采用5倍放大镜检查,非加工表面不得有折叠等缺陷,加工表面不得有可见裂纹。测量基本尺寸,其尺寸应符合设计规定的误差要求。

硬度检验 在齿柄及距齿尖规定的距离处,用硬度计检验该二处的硬度。

焊缝充盈度检验 用线切割机在焊缝处切割一个纵向和一个横向截面,该二截面分别预磨抛光后,用4%的硝酸酒精溶液侵蚀,在5倍放大镜下观测,并测

量其实际焊缝长度,计算焊缝的充盈度。

焊缝区裂纹检验 把经焊缝充盈度检验过的截面重新抛光,经4%的硝酸酒精溶液侵蚀后,在300倍金相显微镜上观察,焊缝区及焊料与母材结合界面均不得有裂纹和焊渣,硬质合金不得有龟裂现象。

焊缝抗剪强度试验 在材料试验机上,按规定的加载速率,对刀具的焊缝进行加载,直至焊缝破坏,并计算其抗剪强度。

冲击韧性试验 在摆锤式冲击试验机上,刀具按刀体硬度等级选取冲击部位,测定刀具在一次冲击负荷作用下折断时的冲击吸收功,并计算其冲击韧性值,该值应符合有关规定的要求。

截割性能试验 在专用的试验台上,以模拟煤或岩石试样作为刀具的截割对象,模拟煤或岩石试样可以制成圆柱体或长方体。采用圆柱体试样时,试样旋转,刀具固定并按规定的截割深度截割。试验时测定刀具X、Y、Z三个轴线方向的力,以判断刀具的截割性能。采用长方体试样时,试样固定,刀具作往复动作,也可测定三个轴线方向的力。

耐磨性试验 试验前刀具用天平称测重或用照相机拍摄刀尖的形状和尺寸。试验设备和截割性能试验设备相同,按规定的进刀量或截割深度,在规定的时间内连续截割。试验结束后,用天平称测重,前后测重之差即为刀具的磨损量,或用照相机按原位置拍摄刀尖的形状及尺寸并计算其磨损量,判断此刀具的磨损特征。

(张守柱)

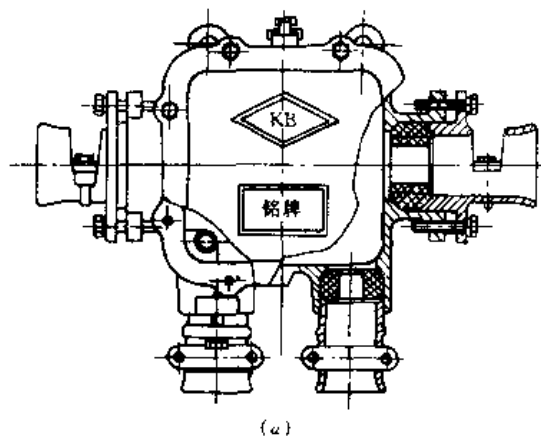
diya dianlan fujian

低压电缆附件 (low-voltage cable fitting)

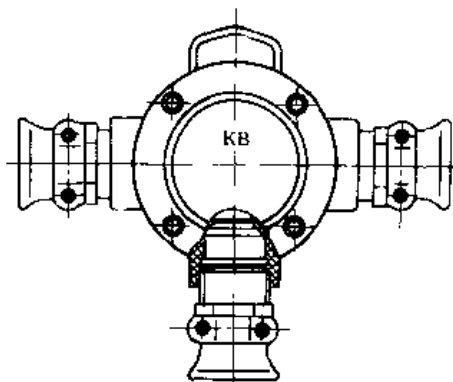
煤矿井下低压电缆线路中与矿用电缆配套的附属装置总称。常用的有接线盒(分支较多时又叫母线盒)与插销两大类。接线盒分隔爆型与增安型两种。

隔爆型接线盒 主要由隔爆型壳体、连接件和电缆引入装置3部分组成,壳体有方形、长方形、圆形等,用铸铁、钢板或工程塑料制成。内部空间要足够大,在正确连接线芯后仍保证符合标准规定的电气间隙和爬电距离。连接件(又称接线端子)通过绝缘座固定在外壳内,供电缆线芯连接用,必须具有足够的截面及机械强度,确保连接可靠,在振动和温度变化影响下不松动、不产生火花、不过热。典型的接线盒外形结构如下页图1所示。

隔爆型插销 外壳是由无缝钢管或钢板焊接制成的隔爆型结构,可从中间拆成对应的插座和插头两部份。插座外壳内装有多孔的绝缘件,孔中装有插母,接地插母与外壳之间有导线连接。插头外壳中装有带绝

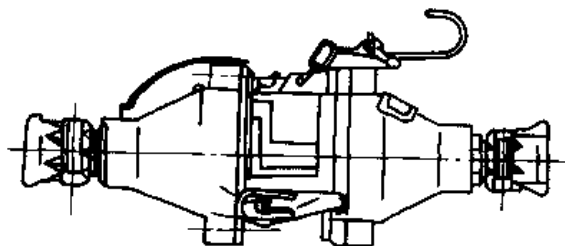


(a)

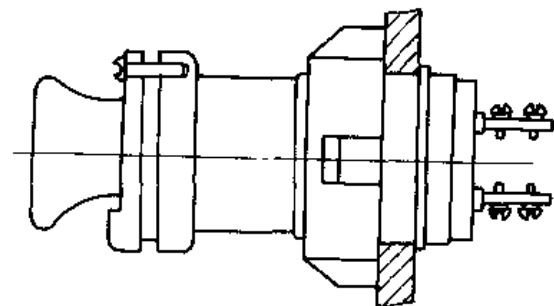


(b)

图1 隔爆型接线盒
a—四通接线盒；b—三通接线盒



(a)



(b)

图2 隔爆型插销与插销耦合器
a—插销；b—插销耦合器

缘件的插杆，接地插杆与外壳之间有导线连接。使用时将插座接于电源侧电缆头上，插头接于负载侧电缆头上。还可以将插头装入隔爆型电气设备外壳中，组装成插销式电源引入装置，又称为插销耦合器。隔爆型插销在井下使用非常方便，接入和拆除电缆不必解开电缆拉线头，只要在隔爆型插销处插入、拔开即可。隔爆型插销使用时将外壳上的导向块插入时，各绝缘插杆就进入各对应的插母中，实现导体的连接。严禁带电进行操作。隔爆型插销外壳上有连锁搭扣可防止插接件松动，还有防止骤然拔脱的徐动装置。插杆长度不同，实现拔开插销时控制插杆先断开，动力插杆后断开，接地插杆最后断开，插入时相反。其外形结构如图2。

(毛培珠)

diya loudian baohu zhuangzhi

低压漏电保护装置 (low-voltage earthleakage protector) 又称检漏继电器，矿井低压电网发生漏电，且漏电电流达到或超过设定值时，自动切断供电电源或发出信号，用以防止触电和漏电的安全保护装置。它能防止漏电事故的扩大和升级，保障电气设备安全运行，也能防止人身触电事故。

简史 20世纪50年代初，中国从苏联引进技术制造的漏电保护装置—检漏继电器在矿井低压交流电网中广泛使用。60年代，随着供电电压等级的提高，中国开始自行设计、制造了几种新型漏电保护装置，由于采用附加直流电源原理，因而都没有选择性。随着矿井低压电网容量的不断扩大，80年代中国开始研制选择性漏电保护装置，并得到广泛应用。

架线式电机车的直流供电电网的漏电保护装置，中国于80年代后期开始生产。

分类 低压漏电保护装置分类参看下页一览表。

按电流种类可分为交流与直流两大类。

低压交流电网的漏电保护装置按电压等级可分为127V、380V、660V、1140V等4种，按其保护性能不同可分为非选择性与有选择性两种。

非选择性漏电保护装置一般与低压供电系统的总馈电开关配合使用，反映整个电网的漏电故障，作用于切断电源，此类装置通常采用附加直流电源原理，也有采用零序电压原理。而选择性漏电保护装置，通常与分支馈电开关或电磁起动器配合使用，达到只切除漏电支路的目的。按其工作原理可分为零序电流型和零序电流方向型(或零序功率方向型)两大类。在中性点不接地的低压供电系统中，零序电流值一般都比较小，零序电流型使用比较困难，故多用零序电流方向型。为了实现纵向选择性，上下级漏电保护装置只能靠时限级

差来实现选择性,从而对人身安全构成威胁,采用人为旁路接地装置可以解决这一问题,因此它也是漏电保护装置的一种。

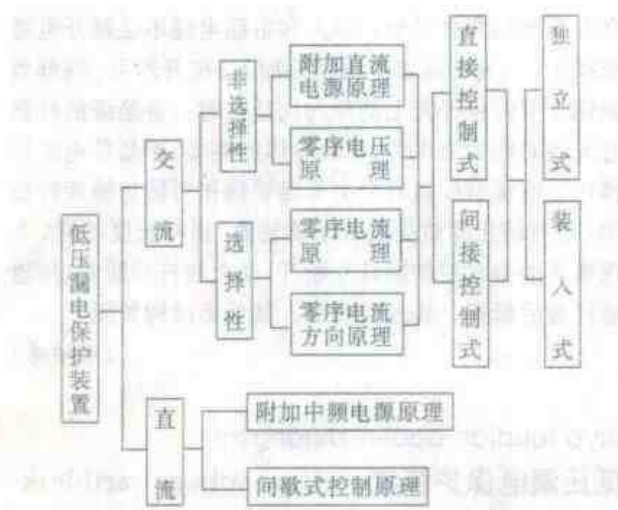


图1 附加直流电源的漏电保护装置示意图

按漏电保护装置对漏电检测信号的处理方式又可分为直接控制式和间接控制式(包括电桥式)两种。漏电保护装置因其结构不同,还可分为独立式和装入式两种。所谓独立式是将其单独安装在一个独立的隔爆外壳里,然后用电缆与总馈电开关相联;装入式则将其制成插件,直接放在总馈电开关里。

直流漏电保护装置主要用于架线式电机车直流电网中,按其保护原理可分为附加中频电源原理和间歇式控制原理两类。

附加直流电源的漏电保护装置

(1) 结构与工作原理 该装置采用附加直流电源的工作原理,由三相电抗器SK,零序电抗器 L_0 、隔直电容 C_0 、直流继电器ZJ、千欧表 $k\Omega$ 和直流检测电源等组成(图1a)。电抗器为依靠线圈的感抗起阻碍电流变化作用的电器。三相电抗器SK的作用,主要是使漏电保护装置与三相电网相连接,以便让直流检测电源附加到电网上。直流检测电源一般由交流电网取得,经降压、整流和滤波后提供。在此电源电压作用下,便有直流检测电流由其正端流出,经电网对地的绝缘电阻,再返回到漏电保护装置的三相电抗器SK,零序电抗器 L_0 、直流继电器ZJ和直流电源的负端,在该电源电压固定不变的情况下,直流检测电流的大小使漏电故障时,该电流可达到或超过直流继电器的动作电流值(5mA),从而使其动作,并接通总馈电开关的脱扣线圈TQ的回路,使开关跳闸,切断电源,达到漏电保护的目。零序电抗器 L_0 的作用是限制入地的零序电流,以提高电网对地的绝缘水平;同时因其电流为电感性,可补偿漏电电流中的电容成份,使单相漏电电流减小。隔直电容器的作用主要是让零序电流通过,减小对直流继电器的影响,同时它又不让直流检测电流通过,故称之为隔直电容。千欧表 $k\Omega$ 实为一一直流毫安表,在

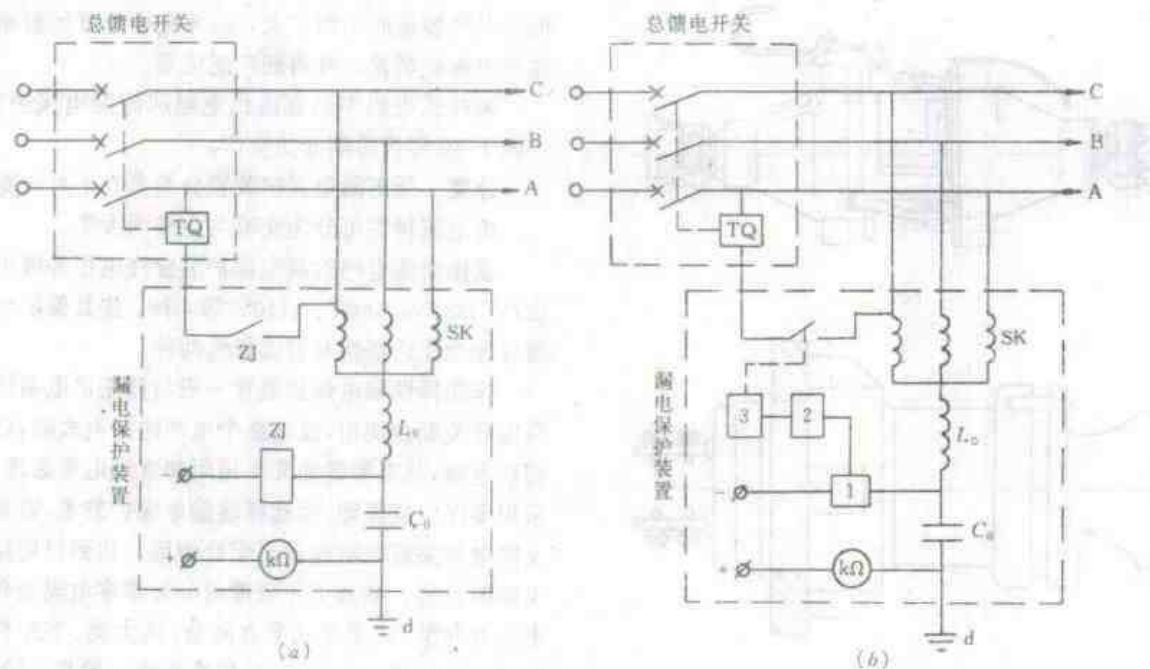


图1 附加直流电源的漏电保护装置示意图

a—直接控制式; b—间接控制式

附加直流电源电压一定的情况下,该电流表中流过电流的大小可直接反映电网对地绝缘电阻值的高低,故其刻度表示成千欧值。

附加直流电源漏电保护装置的图(16)为间接控制式。它的不同点在于由直流检测回路中的取样环节1获得漏电故障信号后,经比较环节2与给定值比较,再输出到执行环节3,使继电器动作。

附加直流电源漏电保护装置主要技术性能表

额定电压 (V)	单相漏电动作 电阻整定值 (k Ω)	单相经 1k Ω 电阻 接地的动作时间* (ms)	电容 (0.22~1.0 μ F/相) 补偿率** (%)
380	3.5	≤ 80	≥ 60
660	11		
1140	20	≤ 50	

* 指无延时的情况,在与选择性漏电保护装置配合使用时,往往另加延时。

** 指有补偿性能的漏电保护装置的电容电流补偿度。在下列情况之一可不设电容电流补偿:①单相经 1k Ω 电阻接地动作时间 ≤ 30 ms;②与选择性漏电保护装置配合使用。

自检功能。

零序电压型漏电保护装置

(1) 结构与工作原理 由零序电压型漏电保护装置的结构框图(图2)可以看出,它是采用零序电压保护原理,即在三相电抗器 SK(或三个电容 C_0 或三个电阻 R_0)组成的人为中性与地之间接入取样环节1,由此取出零序电压信号,然后与比较环节2中的整定值进行比较。一旦发生漏电故障,零序电压超过整定值时,即可使执行继电器3动作,发出漏电故障信号或作用于开关跳闸。

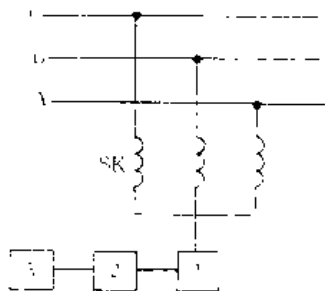


图2 零序电压型漏电保护装置示意图

(2) 主要技术性能 如1100V电网作用的零序电压型漏电保护装置,当零序电压达150V时即可动作,而零序电压是随电网对地的绝缘参数,特别是随对地电容值而变化。当电容小时,单相漏电的动作电阻值较大,致使动作的灵敏度太高,容易造成误动,由于它的动

作电阻值不固定,不能用以监视电网对地绝缘电阻值的高低。但因其反应速度快,可制成快速漏电保护装置,使分断时间小于5ms,可预防漏电电流引起瓦斯爆炸。

(2) 主要技术性能 见附加直流电源的漏电保护装置主要技术性能表。

此外,有些漏电保护装置还具有漏电闭锁功能和

零序电流型选择性漏电保护装置

(1) 结构与工作原理 由零序电流型漏电保护装置的结构框图3看出,它包括由零序电流互感器 LLH组成的零序电流检测回路、取样环节1、比较环节2和执行环节3等部份,采用的是零序电流原理。当电网发生单相漏电故障时,零序电流便流过零序电流互感器 LLH,其二次绕组有感应电势产生,经取样环节可获

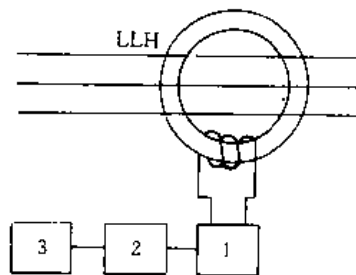


图3 零序电流型选择性漏电保护装置示意图

得与零序电流成比例的电压信号,然后再送至比较环节与给定值比较。对于故障支路,因零序电流值大,该电压将超过给定值,必然使执行环节中的继电器动作,发出漏电跳闸命令,切断该支路的供电电源。而非故障支路,因零序电流小不动作,因而实现了选择性漏电保护的目。

(2) 主要技术性能 为了防止非故障支路的零序

电流型保护装置误动作。应在电网的变压器中性点接入一低阻抗装置,使之能产生 750mA 左右的零序电流。这样,故障支路的零序电流将大大超过非故障支路。同时,又因该型漏电保护装置具有反时限特性,即电流大时,动作时间短,自然就可防止非故障支路误动。由此也可以看出,在低压电网要采用零序电流原理是有条件的,必须人为地增大零序电流值。

零序电流方向型选择性漏电保护装置

(1) 结构与工作原理 由零序电流方向型漏电保护装置的结构框图 4 可以看出,由零序电流互感器取出的零序电流信号 I_0 和三个电阻组成的人为中性点与地之间取出的零序电压信号 U_0 ,都同时加在零序电流方向型漏电保护装置的输入端。对于零序电压信号,还需经移相环节 1 适当移相,然后它们再分别送至幅值比较器 2 和 3 进行比较,并经整形环节 4 和 5 输出方波。对漏电故障支路来讲,这两个方波基本上同相位,故经与门 6 以后,输出较宽的方波信号,再由积分、延时和比较环节 7 进行处理,最后输出使执行继电器 (8) 动作,让故障支路的开关跳闸。其中积分、延时、比较环节是防止误动、提高工作可靠性的有效措施,因为对于非故障支路,上述两个方波基本上是反相的,经与门后只能输出较窄的方波,再进行积分、延时,便达不到比较器要求的给定值,结果不会有输出,自然非故障支路就不会动作,从而实现了选择性漏电保护的要求。由此可见,该装置采用的是零序电流方向原理。

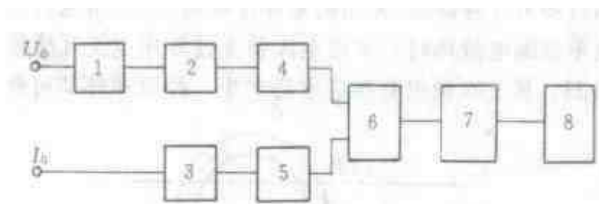


图 4 零序电流方向型选择性漏电保护装置示意图

(2) 主要技术性能 由于该装置主要反映零序电流的方向,对零序电流的大小要求相对于零序电流型来讲要低,只要 30mA 或更小些都可以,从而提高了动作的灵敏度,同时还有助于提高其动作电阻值。值得指出,它的动作电阻值是随电网对地的绝缘阻抗值变化的,例如对于额定电压为 660V 的漏电保护装置,动作电阻值为 3~11kΩ,为了减小电网绝缘阻抗的影响,有的装置还同时采用附加直流电源原理,以提高其低端动作电阻值,并限制其高端,从而使动作电阻值范围变为 9~13kΩ,有的甚至可以基本上做到 11kΩ 不变。

人为旁路接地装置 漏电保护装置中的一种,特别是对人身触电事故,可获得较好的保护效果,并可与

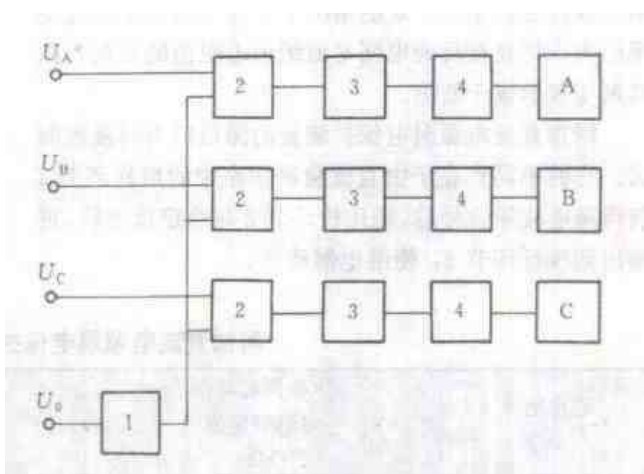


图 5 人为旁路接地装置示意图

选择性漏电保护配合使用,以解决其人身触电的不安全问题。

(1) 结构与工作原理 由人为旁路接地装置的结构框图 5 可以看出,它采用的是绝对值比相原理。首先将采集的零序电压信号 U_0 经移相环节 1 适当移相之后,再与电网的各相电压 U_A 、 U_B 和 U_C 相加 2,由于移相后的零序电压与故障相 (如 A 相) 的相位基本相反,故相加后的电压以故障相 (A 相) 为最小,经整流滤波环节 3 和反相比较环节 4,使该相输出电压最大,因而可驱动故障相执行继电器 A 动作,将该相旁路接地,对漏电流起分流作用。

(2) 主要技术性能 对于额定电压为 660V 的人为旁路接地装置,其动作电阻值为 3~11kΩ,经 1kΩ 电阻接地的动作时间为 30~50ms,分流后流经 1kΩ 电阻的电流 $\leq 10\text{mA}$ 。

127V 煤电钻综合保护装置

(1) 结构与工作原理 该装置包括主变压器、接触器、熔断器、漏电保护、过载保护和短路保护等几部分。为了对煤电钻进行远方控制,还设有先导控制回路。这样,在煤电钻不工作时,其供电电缆不带电、提高了供电的安全性。该装置的漏电保护部份采用附加直流电源的工作原理,其结构框图与附加直流电流的漏电保护装置基本相同 (见图 1b),也是经过取样环节和比较环节,再作用于执行继电器。最后使接触器跳闸,切断煤电钻的供电电源,达到保护的目的。

(2) 主要技术性能 漏电保护部分的动作电阻值为 3kΩ,经 1kΩ 电阻单相接地的动作时间 $\leq 0.15\text{s}$ 。

中国还研制了矿用隔爆型煤电钻快速断电综合装置。为了提高漏电保护部分的动作速度,采用了零序电压原理和无触点开关,其动作时间小于 5ms,有助于防止瓦斯爆炸。

架线式电机车直流电网的漏电保护装置

(1)结构与工作原理 该装置采用的是附加中频电源的保护原理,以便对直流架线电网进行连续监测。其结构可见架线式电机车直流电网的漏电保护装置框图6,它包括中频(10kHz)电源1、取样环节2、选频放大环节4、比较环节5和执行环节6等。它通过隔离、滤波器3将10kHz的中频信号电源加到直流架线电网上,该电网的直流供电端和电机车上均装设有10kHz的阻波器 L_1C_1 和 L_2C_2 ,于是可通过中频电流随时监视其绝缘状态。一旦发生漏电故障,由取样环节即可获得漏电信号电压。经选频放大和比较后,使执行继电器动作,让直流开关K跳闸,达到保护的目的。

(2)主要技术性能 该装置的动作电阻值为 $6k\Omega$,因而人身触电时也能动作,起保护作用。

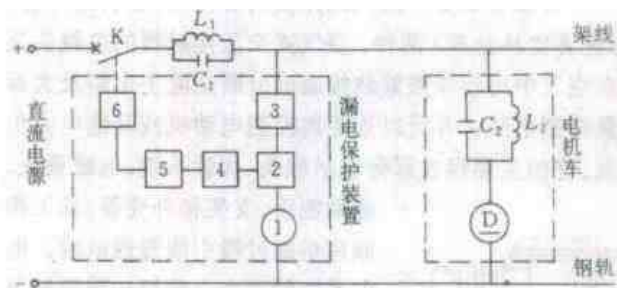


图6 直流电网漏电保护装置示意图

参考书目

胡天禄,《矿井电网的漏电保护》,煤炭工业出版社,1987年3月。

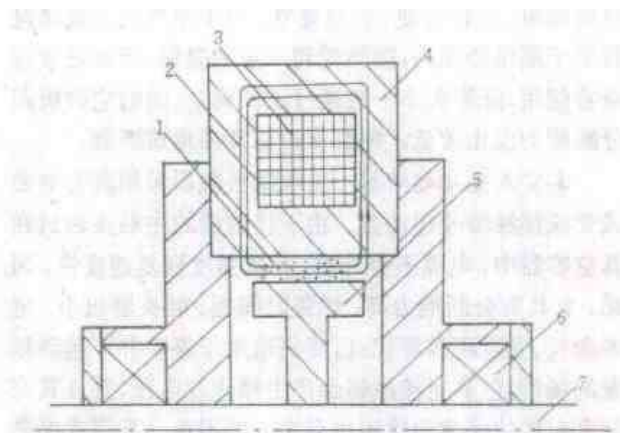
(胡天禄)

dianci fenmo zhidongqi

电磁粉末制动器 (electromagnetic powder brake) 利用电磁原理,以磁粉传递力矩的制动器件。用于旋转机械的制动以及机械传动设备性能试验的加载装置,具有结构简单、操纵灵活的特点。

基本结构 电磁粉末制动器是电磁离合器的一种特别类型,由定子、转子、激磁线圈、磁粉等构成(见右图)。

工作原理 在定子与转子间隙中填入磁粉,当激磁线圈不通电时,磁粉主要附在定子的表面,不和转子工作面接触,因而转子和定子是分离的,不能产生制动力矩。当激磁线圈接通直流电后,定子、转子中将产生磁通,其途径如图中带箭头的细实线所示。该磁通也经过工作间隙,使磁粉沿磁力线方向排成链状,这时由磁粉间结合力和磁粉与定、转子两个工作面间的摩擦力产生制动力矩,该力矩与激磁电流基本成线性关系,电



电磁粉末制动器结构原理图

1—磁粉; 2—磁通; 3—线圈; 4—定子; 5—转子;
6—轴承; 7—转轴

流增大,力矩也增大,当激磁电流增大到一定值时,制动力矩趋向饱和。制动功率通过摩擦全部转为热能损耗。冷却方式有自然冷却、强迫风冷、水冷或油冷却。

主要技术参数 包括制动力矩和热传递功率。中国生产的电磁粉末制动器制动力矩从 $4N \cdot m$ 到 $1000N \cdot m$,热传递功率从 $0.2kW$ 到 $30kW$ 。前苏联生产的电磁粉末制动器制动力矩从 $450N \cdot m$ 到 $75kN \cdot m$,热传递功率最大可达 $500kW$ 。

电磁粉末制动器的磁粉惯性极小,响应速度快;制动力矩与转速无关;与激磁电流基本成线性关系,能方便准确地控制力矩;激磁电流小,控制力矩大,便于远距离控制。但制动功率全部转为热能消耗,效率低。

(姜乃强)

dianci qidongqi

电磁起动器 (electromagnetic starter) 起动器指控制电动机起动和停止的电器。电磁起动器又称磁力起动器。由电磁接触器和过载保护元件等组成的一种起动器,主电路由交流接触器闭合或断开,具有控制、保护性能并带隔爆外壳的开关装置。由于它是直接把电网电压加到电动机的定子绕组上,使电动机在全电压下起动,所以又称直接起动器。主要用于煤矿井下就地、远距离、程序或自动控制交流电动机直接起动、停止和反转,并对电动机及有关电路进行保护。

分类 按接触器主触头灭弧介质可分为空气式和真空式两类;按用途可分为不可逆、可逆、多回路和双速4类。

空气式电磁起动器 主电路接触器采用空气电磁式交流接触器的起动器,主要用于起动不频繁场所。它

结构简单,维护方便,价格便宜。由于空气式交流接触器装于隔爆外壳内,散热受到一定的限制,因此通常应降容使用,降容大小一般通过试验确定。同时它的极限分断能力也比较低,短路保护必须采用熔断器。

真空式电磁起动器 主电路接触器采用真空电磁式交流接触器的起动器。由于接触器的主触头密封在真空容器中,电弧不会外喷,介质强度恢复速度快。因此,它具有分断能力高、燃弧时间短、触头磨损小、电寿命长、安全可靠等优点,特别适用于煤矿井下起动频繁的场合。但真空接触器会产生操作过电压,并且真空管真空度的保持和检测也存在一些困难。真空式电磁起动器的结构与空气式电磁起动器相同,不同的是增加了过电压保护。

不可逆电磁起动器 只能使电动机按一个方向转动的起动器(在不改变换相隔离开关位置的条件下)。它分为空气式和真空式两大类。

可逆电磁起动器 可以使电动机按两个方向转动的起动器。其结构与不可逆电磁起动器基本相同,不同的是装有两台交流接触器,并具有电气连锁和机械连

关。用以控制和保护两台或两台以上电动机的起动器。由于控制回路多,特别适用于综采设备配套。

双速电磁起动器 用以控制和保护双速电动机以一种速度向另一种速度转换的起动器。由于它具有低速、大转矩的性能,起动电流小、电压降小,因此适用于重载(或满载)频繁起动的场所(见双速电磁起动器)。

基本结构 电磁起动器由隔爆外壳、交流接触器、换相隔离开关、保护电器、控制电器、控制变压器等部分组成(图1)。

隔爆外壳 能承受内部爆炸性气体混合物的爆炸压力并阻止内部爆炸向外壳周围传播,按规定条件设计制造的电气设备外壳。它由防爆接线盒、隔爆主腔和拖架3部分组成。

交流接触器 按灭弧介质可分为空气式和真空式(见真空接触器)两种。空气式交流接触器的触头是在空气中可用作频繁地接通或分断交流主电路及大容量控制电路,并可以远距离控制电动机或其他电力负载。它的主要组成部分包括触头、灭弧系统、电磁系统、

辅助触头、支架和外壳等。其工作原理是通过吸引线圈通电后,电磁系统的吸力克服反作用弹簧及触头弹簧的反作用力,使动触头与静触头接触,接通主电路。当吸引线圈断电时,衔铁和动触头在弹簧反作用力作用下,使动触头与静触头分开,其产生的电弧在电力的驱动下,在灭弧室中冷却并游离熄灭,主电路最后切断。

换相隔离开关 能改变电源相序,并且断开位置具有按照规定要求的绝缘距离的一种手动机械开关电器(见换相隔离开关)。

保护电器 用于对电路及电动机进行保护的电器,它包括:熔断器、热继电器和电动机综合保护器等。

(1) **熔断器** 利用金属导体

作为熔体串联于电路中,当过载或短路电流超过规定值一定时间后,以它本身产生的热量使熔体熔化而分断电路的电器。按结构分为开启式、半封闭式和封闭式3种,在电磁起动器中主要是采用封闭式,即有填料管式和无填料管式两种。有填料熔断器具有较高的分断能力,它在电路中作短路保护之用。

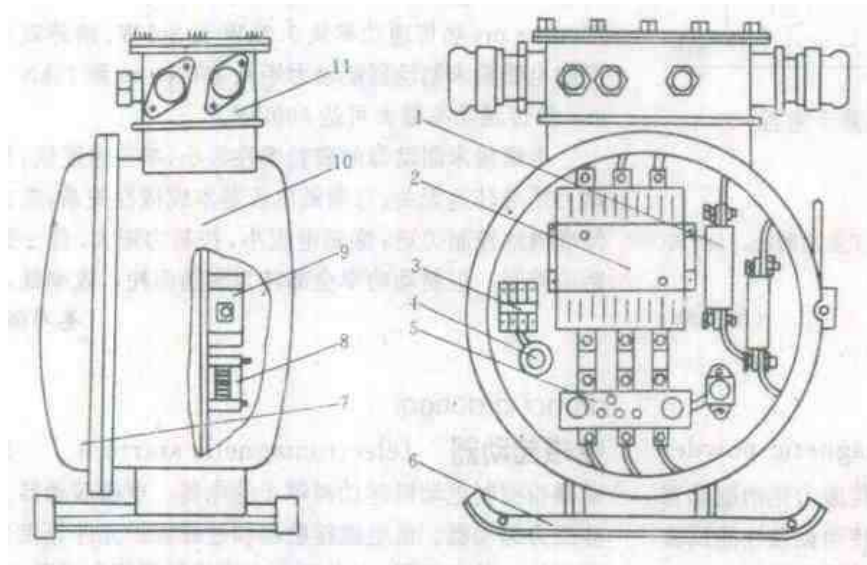


图1 电磁起动器

- 1—主电路断路器; 2—交流接触器; 3—中间继电器; 4—控制电路熔断器;
5—保护电器; 6—拖架; 7—大盖; 8—控制变压器; 9—换相隔离开关;
10—隔爆主腔; 11—防爆接线盒

锁,保证两台交流接触器的触头不能同时接通。在保护方面,一般采用电动机综合保护器。采用真空式接触器。用于可逆运行时,一般采用截流值较大因而灭弧速度更快的触头材料,适当加大开距并通过可逆转换试验考核证明安全可靠后才能使用。

多回路电磁起动器 又称多路开关箱或组合开

(2) 热继电器 电流通过热元件加热使双金属片弯曲或由电磁元件推动机构动作的继电器。它由热元件、电磁元件、接触动作系统和复位系统 4 部分组成, 在电路中作短路、过载和断相保护之用。

控制电器 用于控制受电设备, 使其达到预期工作状态要求的电器。在电磁起动器中有按钮、中间继电器、时间继电器和旋转开关等。

控制变压器 为达到系统电能的转换又不改变其频率的静止的电能量转换器。其容量根据控制电路中控制电器的总容量而定。

工作原理(图 2) 三相交流电源用电缆引入到接线盒, 通过主电路进线端子进入隔爆主腔的换相隔离开关, 经主电路熔断器引入交流接触器进线端, 另有任意两相引入控制变压器的原边绕组, 使副边各绕组端产生电压。就地控制时, 将旋转开关转到近控挡, 按压起动按钮, 首先先导电路(控制主电路闭合或断开时, 最先接受指令信号的控制电路)接通, 通过中间继电器的控制, 使主电路接触器线圈接通, 三相交流接触器闭合。同时, 接触器的辅助常开触点闭合, 使控制电路自保。三相电源经保护电器、主电路出线端子, 用电缆接入电动机, 使电动机运转。按压停止按钮, 接触器线圈失电、主触头分断, 电动机停止运转。

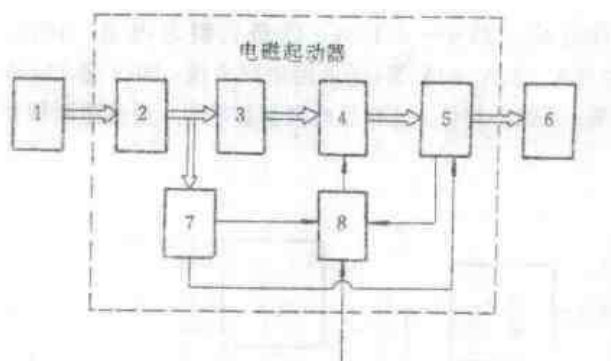


图 2 起动器工作原理方框图

1—三相交流电源；2—换相隔离开关；3—主电路熔断器；
4—交流接触器；5—保护电器；6—电动机；
7—控制变压器；8—控制电路

当发生故障时, 如短路、过载、断相, 热继电器或电动机综合保护器均按要求的时间动作, 切断控制电路、接触器分断, 电动机停止运转, 避免事故扩大或烧毁电动机。当主电路对地绝缘电阻降低到整定动作值以下时, 先导电路断开, 起动时接触器不能闭合, 实现主电路漏电闭锁, 确保人身安全。只有排除漏电故障, 重新起动, 接触器才能闭合。

远距离控制时, 将旋转开关转到远控挡, 通过远方

的控制按钮进行控制; 程序控制时, 将第一台起动器的旋转开关转到近控挡或远控挡, 第二台及以下起动器的旋转开关转到程控挡, 并调整时间继电器, 使它延时的时间符合要求, 然后通过第一台的近控或远控按钮进行控制。

技术性能

(1) 额定工作电压(U_e)。一个与额定工作电流 I_e 共同决定起动器使用条件的电压值, 它与起动器的接通与分断能力、工作制种类及使用类别有关。起动器中额定工作电压等于额定绝缘电压(与介电性能试验, 电气间隙和爬电距离有关的一个名义电压值)。起动器的额定工作电压有 380V、660V、1140V 三种。

(2) 额定发热电流(即约定封闭发热电流)。指接触器等电器元件安装在确定的外壳内, 在规定的工作制下所承载的最大电流。有 40 (30)、100 (80)、160 (120、200)、315、400A 几种。

(3) 额定控制电源电压。提供控制电路的电压。交流有 6、12、24、36、42、127、220、380、660V; 直流有 6、12、24、48、110、220V。其中先导电路电压不高于 36V。

(4) 动作性能。在额定控制电源电压的 75%~110% 之间的任何电压下, 起动器应能可靠闭合, 当不低于 60% 额定控制电源电压时处于吸合状态的起动器不应释放。

(5) 电磁起动器应具有失压保护, 过载保护和短路保护。根据需要可设断相保护, 主电路漏电闭锁保护, 控制电路绝缘监视保护等。

简史与发展趋势 中国从 20 世纪 50 年代仿制苏联产品开始, 完成了 380V 电压等级的 QC83 系列起动器的设计与生产。60 年代进行 660V 升压改进。70 年代随着综合机械化采煤的发展, 采区供电电压升至 1140V 并研制了 1140V 电磁起动器, 包括 1140V 真空电磁起动器。今后起动器发展的趋势是低压起动器以提高产品性能为主, 提高产品的可靠性、适应性和经济性。同时发展电压为 3.3kV(或 6kV)控制功率达 500~1500kW 的高压防爆电磁起动器, 以适应日产万吨综采工作面的需要。

德国生产的起动器外壳结构为方形, 并具有防颗粒传爆的结构。接线箱为增安型, 外壳大盖为快速开门形式。内部电器元件, 如接触器等是为煤矿井下设计的。大容量采用真空接触器, 主腔内各元件均安装在抽屉式的芯架上。除具有失压、短路、过载、断相、主电路漏电闭锁保护外, 还具有控制电路漏电保护, 接地线监视保护和电动机绕组温度保护, 先导电路电压为 42V。英国生产的起动器, 主线路和控制线路出线采用

电缆插销连接,使用方便。换相隔离开关装在单独的接线盒内,分断能力高,允许在带负荷情况下切断电源。新一代起动器增加了真空开关触头熔焊保护、相敏保护,还装设了功率、电压与电流的测量、微处理机及显示装置,可以诊断和监测起动器的基本运行状态。

(常平湘)

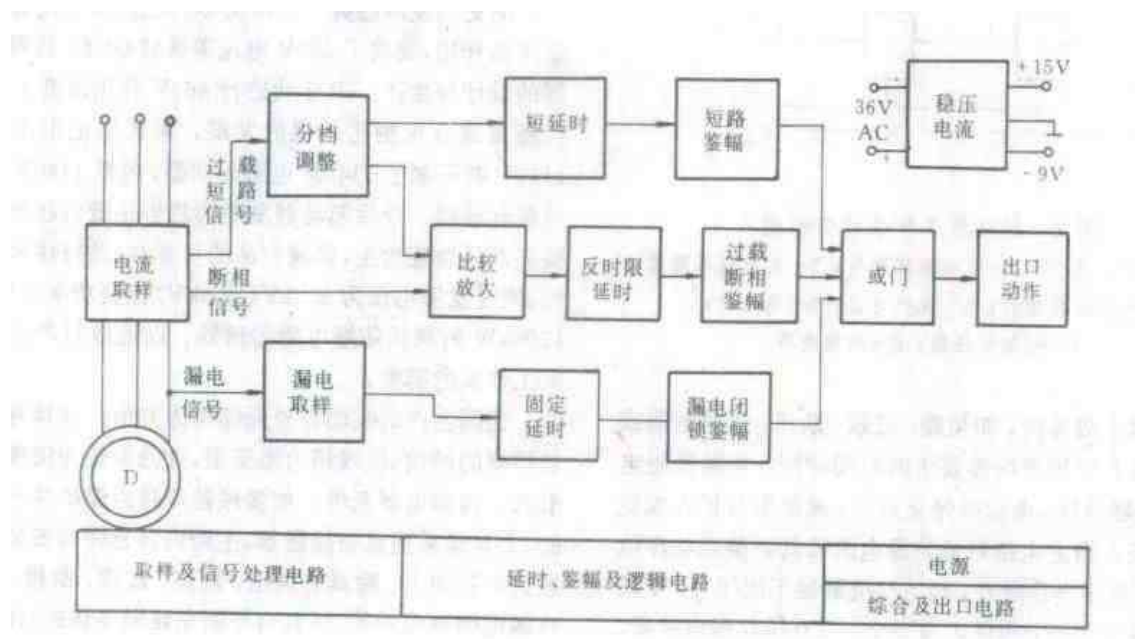
diandongji zonghe baohuqi

电动机综合保护器 (comprehensive motor protector) 采用电子技术,具有两种或以上保护电动机功能的装置。主要安装在各种隔爆型电磁起动器中,作为电动机及其供电线路的保护。它具有过载、短路、断相和漏电闭锁等保护功能,作用于显示、信号、跳闸或闭锁。能显示故障的性质或程度,以声光信号警告故障的发生,通过主控电器的跳闸切除电动机电源或通过主控电器的闭锁使电动机不能得电,从而保护电动机或者避免故障的进一步扩大。

分类 从结构分主要有两类:①整体式结构:将传感元件、整定装置、电子插件,甚至显示单元集于一体,整个保护器形成一件;②分体式结构:通常传感元件(有时包括整定装置),电子插件各成一体,整个保护器由两件或两件以上构成。从电路构成来分主要有两类:①模拟电路为主的保护器;②数字电路为主的保护器。从功能来分可以有多种类型,目前来看较普遍的是两种:①过载、短路、断相综合保护器;②过载、短路、断相、漏电闭锁综合保护器。

工作原理 保护器一般由4部分组成:①取样及信号处理电路部分;②延时、鉴幅及逻辑电路部分;③综合及出口电路部分;④电源。工作原理如电气原理方框图所示。图中给出了目前中国应用最为广泛的电动机综合保护器电气原理。利用三相电流互感器取出三相电流信号作为过载、短路和断相保护的動作信号;在电动机定子绕组与地之间取出漏电闭锁的動作信号;通过粗、细调电阻对三相电流信号进行分档调整,整定保护動作值;以运放为核心构成综合过载、断相信号与给定值比较并进行放大的电路;利用非线性阻容充放电电路作为过载保护的反时限延时电路;利用简单阻容电路作为短路保护的短延时电路及漏电闭锁保护的固定延时电路;以第二个运放为核心构成过载与断相保护的鉴幅电路;经第三个运放为核心构成短路保护的鉴幅电路;经第四个运放为核心构成漏电闭锁的鉴幅电路;经二极管或门综合四种保护的動作信号,作用于三极管及继电器构成的出口動作电路;以稳压管与集成稳压块为核心构成交直流两级稳压电源。其特点是:具有完善的保护功能;各种保护共用电源,具有同一出口,简化了线路;采用一片四运放集成块为核心元件,方便生产与维修,提高了经济性与可靠性。

主要技术性能 ①环境温度: $-5^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$ 或 $-5^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$; ②电源电压: 最常用的是 AC36V, 允许波动 $-25\% \sim +15\%$; ③最大整定电流: 400A、315A、120A、80A 等; ④适用电网电压: 380V 至 1140V 等; ⑤保护特性: 过载反时限保护特性、短路速断保护



电动机综合保护器电气原理方框图

特性、断相不平衡保护特性、漏电闭锁保护特性等(见井下电气保护)。

简史与发展趋势 在20世纪50年代前,井下电动机的保护主要依靠安装在防爆电磁起动器中的熔断器和热继电器。60至70年代,随着电子技术的发展,世界主要产煤国家如德国、英国、波兰等相继出现电子保护器。中国也在60年末出现了单功能的电子保护器,直到70年代后期,在研制新一代防爆电磁起动器时逐渐形成了具有自己特色的电动机综合保护器,80年代已普遍推广。

发展趋势主要有:①完善与扩展保护功能:如随着电动机内预埋测温元件的采用将增设电动机热保护;随着井下供电系统漏电保护的完善将增设选择性漏电保护;为提高短路保护的灵敏度将改设相敏过流保护等。②扩大适用范围:研制适用于多电机拖动的综合保护器;研制适用于机载电控箱的高抗振高可靠性的综合保护器;研制宽整定电流范围的通用综合保护器等。③完善使用性能:增加完善的显示功能;采用方便的整定方法;具有它检和自检功能;结构上使安装检修方便;提高装置可靠性;提高对恶劣环境的适应性等。④采用微电脑技术向智能化发展;为了具有更多更好保护功能、更宽适用范围和更好使用性能,采用微电脑等高新技术的智能化综合保护器将是发展方向。⑤随着机电一体化技术的发展与普及,综合保护器将和电动机控制装置融合为一体也将是一种必然的发展趋势。

(姜幼民)

diandong zaoyanji

电动凿岩机 (electric hammer drill) 由电动机通过机械转换机构驱动钎杆、钎头,以冲击回转方式在岩体中凿孔的机具。用于小型煤矿掘进巷道凿孔,凿孔直径32~43mm,孔深1~1.5m,最大凿孔深度达4m。

简史 20世纪30年代苏联、日本等国开展研究,意大利50年代有产品上市。由于电动凿岩机结构较复杂,输出功率较小,且不及气动凿岩机轻便,安全和耐用,在煤矿推广有限,但轻型手持式电动凿岩机在建筑安装工程中则已得到广泛应用。中国60年代末开始研制,主要为小型矿山提供一种能耗少、全套设备较简易的凿岩机具。目前中国生产的电动凿岩机的冲击能、重量和主要件寿命等技术指标已能满足小型矿山凿岩的需要。

分类 按推进方式可分为手持式和支腿式。手持式又称电锤,由人工手持推进。支腿式电动凿岩机工作时用支腿支承和推进。按冲击机构可分为偏心块式和

曲柄连杆压气活塞式两种。

偏心块式电动凿岩机 冲击机构为具有两个自由度的连杆机构(图1)。电动机通过滑槽带动偏心块高速转动。偏心块与滑槽之间由滚轮连接,偏心块除可以转动外,还能与冲锤一起沿钻进轴线移动。偏心块高速转动产生离心力分力,带动冲锤往复运动,实现冲击动作。钎杆的回转是利用冲击锤前端的螺旋花键与螺旋母啮合。冲锤往复运动时带动螺旋母转动,在螺旋母内装有棘轮转钎机构,推动转钎套和钎杆回转。凿岩时,经钎杆中空孔通水,冲洗钻屑和降尘。

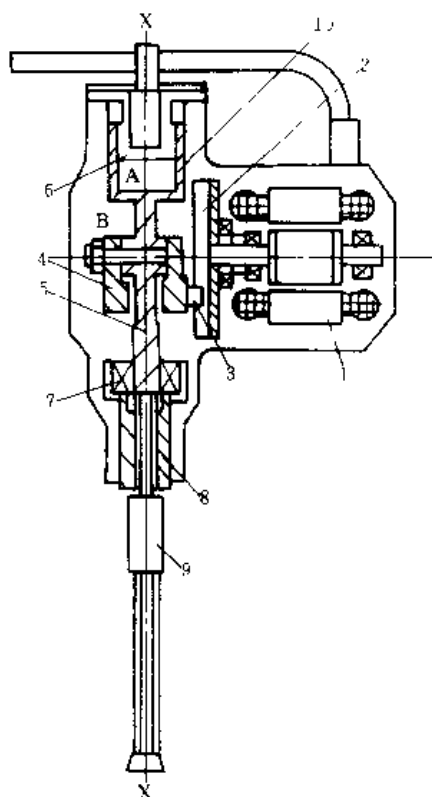


图1 偏心块式电动凿岩机

1—水冷隔爆型电动机；2—滑槽；3—滚轮；4—偏心块；
5—冲锤；6—气室；7—棘轮转钎机构；8—转钎套；
9—钎杆；10—气孔

压气活塞式电动凿岩机 传动机构为单级带惰轮的直齿轮传动,带动曲柄连杆、压气活塞,使冲击活塞往复动作冲击钎尾做功。钎杆的回转是由曲轴经一对伞齿轮,牙嵌安全离合器和一级带惰轮的直齿轮减速使钎杆转动。当钎杆扭矩超过35~45Nm时,牙嵌离合器自动脱离,起到安全保护作用。冲击机构为曲柄连杆压气活塞式。动作原理见下页图2。曲柄通过连杆带动压气活塞在缸体内作直线往复运动,冲击活塞在缸体内处于随动状态。冲击活塞与压气活塞之间形成气室

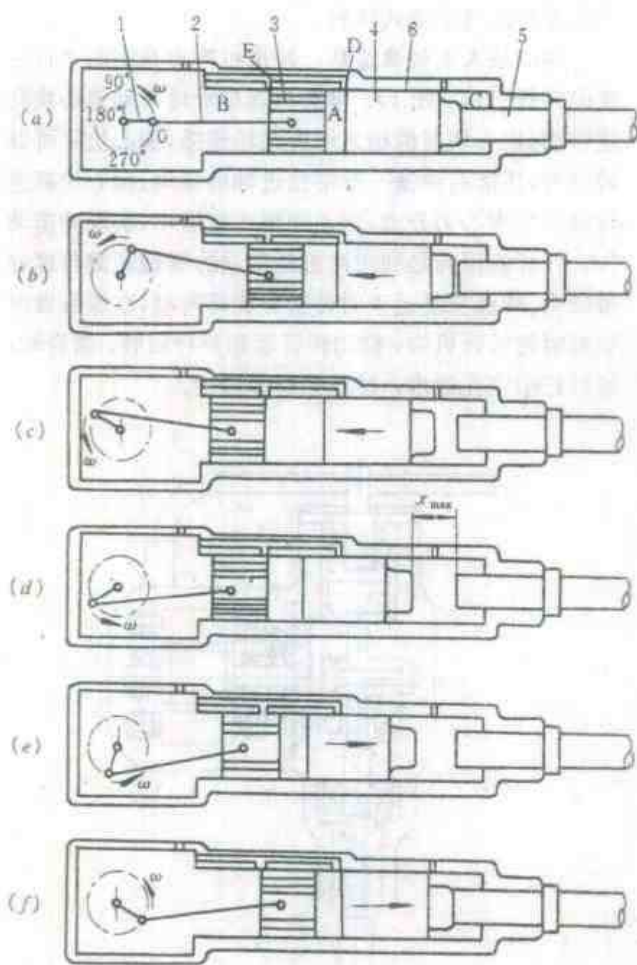


图2 压气活塞式电动凿岩机冲击原理图

1—曲柄；2—连杆；3—压气活塞；4—冲击活塞；
5—钎杆；6—缸体

A，气室A内的气体随着压气活塞的往复运动而被压缩或膨胀，气压相应增减，冲击活塞就在这个压力变化作用下往复运动而冲击钎尾。其工作循环如下：

启动：冲击活塞在气室A负压和前一次冲击反弹能量作用下，开始向后运动（图2a）。

回程加速：冲击活塞回程关闭D孔后，气室A的负压随着体积增大而增大，使冲击活塞回程加速（图2b）。

配气：当曲轴转动约120°时，气孔E被打开，曲轴箱内的气体（图2c）通过气路进入气室A内。使气室A内的负压转变为正压。

回程减速：曲柄处于180°时，E孔被关闭，随着气室A的体积变小而压力上升，冲击活塞回程动能转变为气室位能而储存起来，冲击活塞处于回程减速，直到回程停止，此时，冲击活塞的行程最大（图2d）。

冲程加速：曲轴处于270°左右时（图2e），压气活

塞向前运动速度最大，继续压缩气室A内的气体，冲击活塞在A室压缩空气压力作用下加速向前运动，冲击前D孔打开（图2f），冲击活塞以压气活塞最大速度的几倍冲击钎尾，此时，曲柄大约处于320°，冲击活塞经短暂停顿，进入下一个冲击循环。凿岩时水通过钎杆中空孔冲洗岩屑和降尘。

（温绍基）

dianfankui jiazai zhuangzhi

电反馈加载装置 (electric energy feedback loading equipment) 以直流发电机为加载设备，功率流向成闭式系统的动力加载装置。适用于大功率齿轮传动装置的耐久性试验，具有节约能源的优点。加载时，直流发电机发出的电功率向加载装置的驱动端反馈，以形成功率流向闭式回路。根据反馈方式的不同，加载装置可以分为电网反馈和直接电反馈两种。

电网反馈动力加载装置 拖动电动机、被试齿轮箱、陪试齿轮箱和加载直流发电机同轴联接（图1）。拖动电动机自电网吸收电功率启动后，将机械功率通过被试齿轮箱、陪试齿轮箱传递至加载直流发电机，加载直流发电机发出的直流电功率通过反馈单元转换成交流电功率向电网反馈。电网仅补充功率流闭环内各设备的能量损耗。早期反馈单元由直流电动机—交流发电机组构成，随着大功率半导体技术的发展，目前已应用由大功率晶闸管组成的逆变器。

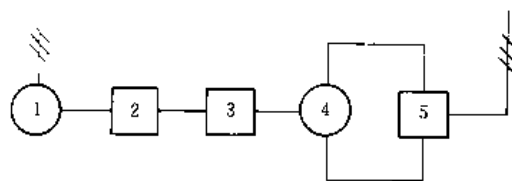


图1 电网反馈动力加载装置示意图

1—拖动电动机；2—被试齿轮箱；3—陪试齿轮箱；
4—加载直流发电机；5—反馈单元

直接电反馈动力加载装置 加载直流发电机发出的直流电功率不经过反馈单元向电网反馈，而直接反馈给加载装置的驱动直流电动机，构成了所谓的直接电反馈动力加载装置。在该装置中，两直流电机互为能源又互为负载。被试齿轮箱和陪试齿轮箱同轴联接在两直流电机之间，形成了功率流封闭回路。封闭回路中各设备的能量损耗需加以补偿，根据补偿方式不同，可以分为机械能补偿和电能补偿直接电反馈动力加载装置两种。

机械能补偿直接电反馈动力加载装置 补偿电动

机、拖动直流电机、被试齿轮箱、陪试齿轮箱和加载直流电机同轴联接(图2)。补偿电动机自电网吸收电功率,向加载装置提供驱动力矩。此时,加载装置的拖动直流电机和加载直流电机均处于发电运行状态。为避免加载装置起动时的电流冲击,两直流电机的反电势由控制装置调至大小相等、方向相反,串接的两直流电机电枢回路电流为零,加载装置为空载的运行状态。调节加载直流电机的励磁,当其反电势大于拖动直流电机的反电势时,拖动直流电机即变为电动运行状态,产生拖动力矩,实现了对被试齿轮箱的加载。补偿电动机的作用有二:一是起动整个加载装置;二是以轴功率(机械能)的方式补偿功率流闭环回路中各设备的损耗。机械能补偿直接电反馈加载装置的基本关系式如下(假设两直流电机型号、规格相同):

$$M = \frac{C_e C_M n}{\Sigma R} \frac{i+1}{i} (\varphi_1 \Delta\varphi - \Delta\varphi^2)$$

式中 M 为加载扭矩; C_e 为电势常数; C_M 为转矩常数; n 为补偿电动机转速; ΣR 为电枢回路总电阻; φ_1 为拖动直流电机基磁; $\Delta\varphi$ 为磁通变化量; i 为系统总传动比。

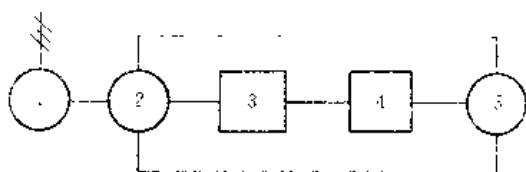


图2 机械能补偿直接电反馈动力加载装置示意图

1—补偿电动机; 2—拖动直流电机; 3—被试齿轮箱;

4—陪试齿轮箱; 5—加载直流电机

机械能补偿直接电反馈加载装置适用于不需要改变转速的加载场合。

电能补偿直接电反馈加载装置 拖动直流电机, 被试齿轮箱、陪试齿轮箱、加载直流电机同轴联接。加载直流电机发出的电功率直接反馈给拖动直流电机, 以形成功率流向封闭回路。回路中各设备的损耗由功率晶闸管整流器以直流电能的形式进行补偿(图3)。功率晶闸管整流器还提供直流电功率起动加载装置。

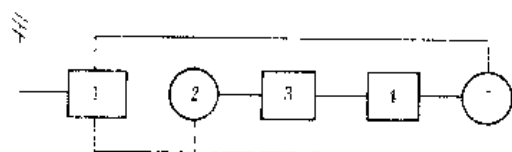


图3 电能补偿直接电反馈动力加载装置示意图

1—晶闸管整流器; 2—拖动直流电机; 3—被试齿轮箱;

4—陪试齿轮箱; 5—加载直流电机

加载装置起动时, 功率晶闸管整流器输出直流电压, 拖动直流电机和加载直流电机均处于电动运行状态, 通过控制装置使两直流电机反电势大小相等、方向相反。调节加载直流电机的励磁, 当其反电势大于其端电压时, 加载直流电机即由原电动运行状态转为发电运行状态, 将电能馈送给拖动直流电动机, 以产生拖动力矩, 实现对被试齿轮箱的加载。

电能补偿直接电反馈加载装置的基本关系式如下(假设两直流电机型号、规格相同):

$$M = \frac{C_e C_M n}{\Sigma R} \frac{i+1}{i} \left(\varphi_1 \Delta\varphi - \frac{\Delta\varphi^2}{\varphi_1} \right)$$

式中 M 为加载扭矩; C_e 为电势常数; C_M 为转矩常数; n 为直流电机转速; ΣR 为电枢回路总电阻; φ_1 为拖动直流电机基磁; $\Delta\varphi$ 为磁通变化量; i 为系统总传动比。

通过调节加载直流电机的励磁, 即可调节加载装置的加载扭矩。调节晶闸管整流器的输出电压, 即可调节加载装置的转速。该加载装置适用于需调速和调载的场合。

(钱永康)

dianjiche

电机车 (electric locomotive) 以电力为动力, 由牵引电动机驱动车轮的机车。煤矿用电机车是窄轨机车, 作为运输车辆的牵引设备。电机车的爬坡能力强(线路坡度可达30‰), 效率较高, 无废气及噪音污染环境。

分类 电机车按供电方式分为架线式、蓄电池式两种。按电源种类可分为直流电机车和交流电机车。在牵引列车时可用单机车牵引, 也可用主机车和辅助机车双机牵引。

工作原理 当电机车从接触网或电机车电源装置的蓄电池上获得电能时, 通过传动装置产生转矩, 传到驱动轮上, 使电机车运行。电机车起动时, 通过逐步加大牵引电动机的端电压, 以提高电动机的转矩, 增大电机车的牵引力, 克服驱动轮与钢轨之间的阻力及机车或列车的惯性力而逐步加速。电机车的调速可采取变换牵引电动机电枢的串并联组合, 改变电动机的端电压以及调节它的励磁强弱等办法来实现。电机车具有3种制动工况: ①停车制动, 司机离开电机车时, 使电机车或列车在原地静止不动; ②工作制动, 电机车或列车在运行时需要间断地减速; ③紧急制动, 电机车或列车在运行时, 遇有情况, 需要瞬时实现停车。制动时一般通过机械、电气及压气(液压)等系统闸住车辆或传动轴, 实现减速直至停车, 也有采用压轨方式实施紧急

制动的。

基本组成 由电气、机械和空气(或液压)管路三大系统组成。

电气系统 包括电动机、牵引电器及电气线路。电动机又分牵引电动机和辅助电动机(驱动空气压缩机、通风机等用的电动机)。牵引电器主要有受电器或电源装置、起动调速设备、照明设备及保护装置等。电气线路有主电路、辅助电路和控制电路,通过电气线路,控制电动机的起动、调速、制动、转换方向,以及保护和监视电机车的正常运行。

机械系统 包括车架、司机室、轮对与轴承箱、弹簧托架、传动装置、制动装置、缓冲装置及警铃装置等。车架是电机车的主体,全部机械电气设备均安装在车架上,整个车架用弹簧托架支撑在轴承箱上。轴承箱将车架和传动装置的重量传递到车轴上。司机室可设在机车一端或中间,也可两端均设。传动装置有两种类型:①独立传动(图1a),每个主动轴都由单独的牵引电动机传动;②组合传动(图1b),电机车的两个主动轴共由一台牵引电动机传动。制动装置分别有机械制动、电气制动及气压(液压)制动。在机械制动中比较普遍采用手轮制动装置(图2);气压(液压)制动装置是利用压缩空气(液压)系统的气(油)缸,推动杠杆,迫使闸瓦压在电机车的动轮踏面上,实现工作制

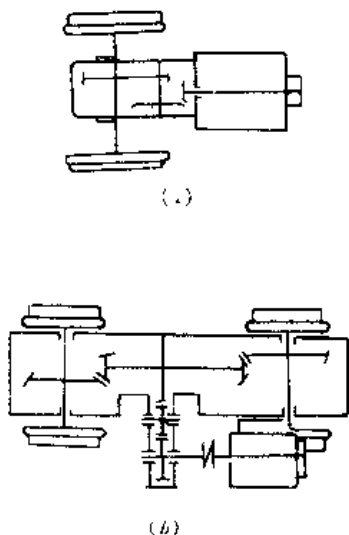


图1 传动装置示意图

a—独立传动; b—组合传动

动。电气制动装置是利用直流牵引电动机的可逆原理,在制动工况时将牵引电动机变为发电机,通过轮对将列车的动能变为电能,此时牵引电动机轴上的反转矩作用于电机车动轮上形成电制动力矩。如果将发电机所发出的电能消耗在制动电阻上,即称为电阻制动,如

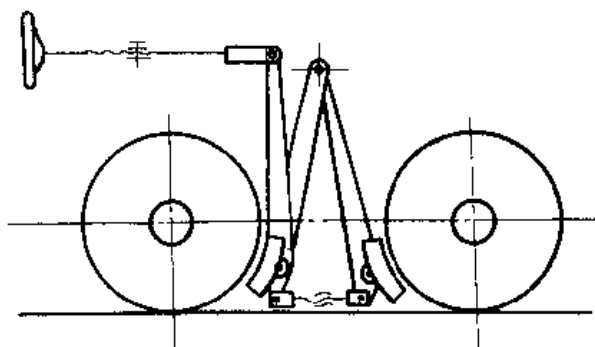


图2 手轮制动装置

果将电能反馈到供电系统而加以利用,则称为再生制动。电气制动只能使电机车减速,需借机械制动装置将机车刹停。撒砂装置是列车起动和制动时,为了提高电机车车轮与钢轨的粘着系数而在车轮前设置的,缓冲装置装在电机车两端,用于减轻运行中的碰撞冲击。警铃装置有手铃、脚踏铃、气笛及电喇叭等形式。

空气管路系统或液压管路系统 包括压气(液压)制动系统和辅助管路系统。前者用来操作列车上的制动装置,后者将压缩空气(油液)通过执行机构控制电机车上的电气设备和撒砂装置等。

简史 1882年,德国制造出第一台架线式电机车,19世纪末得到推广使用。1932年,蓄电池式电机车问世。20世纪40年代,防爆蓄电池式电机车在煤矿井下有瓦斯的巷道中使用。在发展过程中,尚出现了架线—蓄电池式、架线—电缆式、架线—柴油机式和高频感应式等多种机车。随着电子技术的广泛应用,电机车在技术上有了显著提高,如直流电机车在采用斩波脉冲调速,交流电机车采用相控调压以后,可获得无级、无触点并接近无能耗调速的效果。同时,还利于实现电机车的距控和遥控,以便在多尘埃、带有放射性物质等场所中进行无人操纵运输。

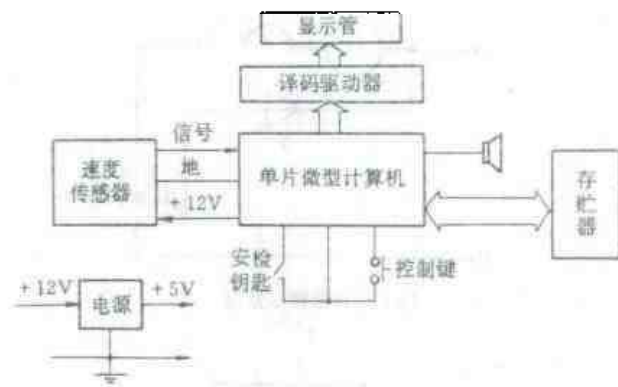
(刘学斌)

dianjiche bachu zhuangzhi

电机车保护装置 (electric locomotive protection) 电机车安全运行所需的检测、显示及发生故障时的保护设施。常用的有速度里程计、追尾报警装置、蓄电池过放电报警装置、直流漏电检测装置、沼气报警检测装置、氢气检测装置及电机车综合保护装置等。

速度里程计 测量与显示机车运行速度及累计运行里程,并在机车运行速度超过规定值时予以报警。通

常由速度传感器、信号处理计数单元、显示报警单元及电源等部分组成。架线电机车和部分大吨位蓄电池机车上都装有这种装置,该装置的测速范围一般为 $0.1\sim 9.9\text{m/s}$,累计里程小于 99999km 。工作原理如图所示。



速度里程计工作原理框图

速度传感器 将机车的速度信号转换成电脉冲信号。常用的有磁敏式和高频振荡式两种。

(1) **磁敏式速度传感器** 磁铁安放在随机车车轮一起旋转的圆铝盘上,磁敏元件安装在不旋转的轴承盖上,当车轮旋转时,由于磁铁与磁敏元件的相对位移,使磁敏元件输出周期性的与速度成正比的脉冲信号。

(2) **高频振荡式速度传感器** 利用电感配以电容产生高频振荡。车轮旋转时,当安装在轮子上的金属体靠近安装在电机车油箱盖上的电感线圈时,由于金属体内产生涡流损耗,使振荡回路的品质因数下降,破坏振荡条件,迫使停振并产生控制信号。

信号处理计数单元 将传感器送来的电脉冲信号进行处理和计算后提供给显示报警单元。信号处理计数单元通常有CMOS数字集成电路和单片微机两种。

显示报警单元 将信号处理计数单元处理过的信号给以显示和提供声光报警,通常采用发光数码管扫描显示方式或机械式电磁计数器,并可贮存记录的速度与里程数值。

电源 通常由架线通过逆变电源供电。使用单片微机的速度里程计在机车停电时采用子电池或镍镉电池提供电源,以保证数据的贮存。

追尾报警装置 用于防止机车追尾相撞的安全报警装置。装置的主要功能是当两辆同向运行的机车之间的距离一旦小于规定值时,立即发出声光报警信号。装置通常由发射、接收与电源三部分组成。工作时接通电源,发射单元发出高频振荡信号,当两机车相距一定距离时,发射信号通过架空导线或轨道等传输体载波

或感应传送到安装在另一台机车上的接收机,接收机将信号进行选频放大、检波等处理后,发出声光报警信号。装置通常采用专用开关稳压电源供电。该装置的有效报警距离通常不大于 200m 。

蓄电池过放电报警装置 安装在蓄电池机车上用以检查蓄电池的放电程度,并在蓄电池容量下降到一定值时报警以避免蓄电池过放电。通常有定电流测定法和差电压测定法两种。该装置的过放电报警值通常为 0.9 倍额定蓄电池电压,电压等级有 48 、 96 、 140V 等。

定电流测定法 利用蓄电池的放电特性,在规定的负载电流下检测蓄电池的端电压,从而测定蓄电池的剩余容量。通常采用电磁铁、电流继电器或电子元件的通断来控制测量的负载范围以达到在规定的负载电流下检测蓄电池端电压的目的。蓄电池电压的显示方式通常有指针式指示仪表和发光二极管显示两种。指针式仪表以表牌指示的颜色差别来区分蓄电池的残存容量;显示式仪表则用发光二极管的颜色与点燃的数量来区分蓄电池的残存容量。指针式仪表采用电磁铁机械装置来保持测定的蓄电池残存容量的指示值;显示式仪表则采用电子元件组成的保持电路来保持测定的蓄电池残存容量的指示值。采用这种方法测定的仪表由隔爆兼本质安全型电源箱和本质安全型显示箱两部分组成,也有单一隔爆型箱体的。

差电压测定法 利用蓄电池电压与终止电压的差值和蓄电池剩余容量之间的线性关系,通过检测蓄电池电压与终止电压之间的差值来测定蓄电池的剩余容量,并在蓄电池容量下降至规定值时以发光二极管报警显示。有的产品还备有一对继电器的接点提供给机车,利用照明灯进行闪烁报警。

直流漏电检测装置 用以检测蓄电池电源装置绝缘状况,并在电源装置对地绝缘电阻下降到规定值时报警显示。其工作原理是通过机械或电子开关循环检测电池正负两极对地漏电电流的大小,以测定电源装置的绝缘程度,当绝缘下降到规定值时,通过电子线路显示报警。

瓦斯报警检测装置 检测指示机车所在位置的瓦斯浓度,当瓦斯浓度达到规定值时发出声光报警,有的还能在瓦斯浓度超过更高规定值时切断机车供电电源。该装置由主机(包括气体传感器、信号处理、声光报警及沼气浓度指示等单元)和电源箱两部分组成。主机通常为本质安全型,电源箱为隔爆兼本质安全型。装置的测量范围通常为 $0\sim 2.5\%\text{CH}_4$ 。电源箱电压等级通常为 48 、 96 、 110V 等。

氢气检测装置 可连续自动检测隔爆型蓄电池电

源装置内的氢气浓度,当氢气浓度超过规定值时发出声光报警信号,并能在氢气浓度超过更高规定值时切断机车工作电源或接通风扇,对电源装置进行通风,以使氢气浓度下降到规定值以下。通常由气体传感器、测量组件和声光报警指示组件三部分组成,气体传感器与声光报警组件为本质安全型,测量组件为隔爆型,测量装置的测量范围通常为 $0\sim 6\% \text{H}_2$ 。工作电源通常为 24V 。

电机车综合保护装置 用以检测机车运行时的多种参数(速度、里程累计、电压、电流等),并在机车出现非正常运行状态时(如超速、蓄电池过放电、过电流、欠电压等)作出故障报警显示或停车的电子检测装置,由传感器、仪表箱及电源箱三个基本部分组成。蓄电池电机车的综合保护装置中的传感器和仪表箱为本质安全型,电源箱为隔爆兼本质安全型。架线式电机车的综合保护装置通常制成矿用一般型设备。

(曹宏璜)

dianjiche dianqi kongzhi

电机车电气控制 (electric control for electric locomotive) 控制电机车的起动、调速、电气制动及改变行驶方向的装置。分为架线式电机车电气控制和蓄电池式电机车电气控制两大类。

架线式电机车电气控制 电机车的工作电源由架线通过机车顶部的受电器、驾驶室内部的自动开关和控制器供给电动机等电气设备。控制器实现电机车的起动、调速、制动及换向。架线式电机车一般使用在通风良好的井下大巷及地面运输,其电控装置通常为矿用一般型或通用型。

架线式电机车的起动调速控制方式 从电气原理上分,通常有电阻控制、减弱磁场控制、串并联控制、斩波脉冲控制等。从转换方式上可分为直接控制(凸轮控制或鼓形控制)和间接控制(接触器控制)两种。

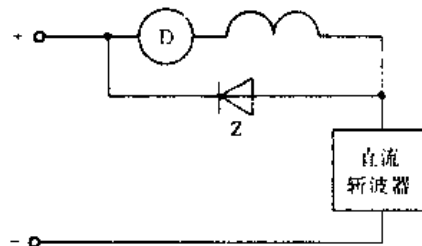
(1) **电阻控制方式** 通过司机控制器的凸轮或接触器的转换改变串在电机电枢回路中的电阻值,从而控制电机的起动与调速。这种控制方式线路简单、使用维护方便,但调速平滑性较差、电能损耗大、触头磨损严重。

(2) **减弱磁场控制方式** 通过司机控制器的凸轮或接触器的转换短接牵引电机的励磁绕组,实现电机车调速,一般和电阻控制方式、串并联控制方式混合使用。

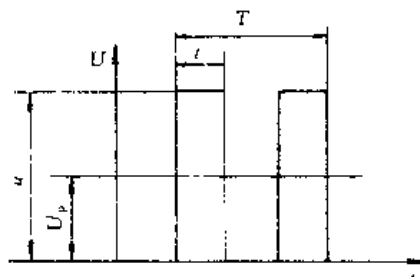
(3) **串并联控制方式** 通过司机控制器的凸轮或接触器的转换改变电机电枢的串并联状态,实现电机

调速,通常适用于有两台牵引电机的电机车,在架线电机车上常与电阻控制方式混合使用。

(4) **斩波脉冲控制方式** 利用调节串联在电机回路中的晶闸管或大功率晶体管元件的通断时间改变电动机端电压的平均值,从而实现电机起动与调速(见图)。



(a) 工作原理示意图



(b) 输出电压波形图

斩波脉冲调速原理示意图

电动机两端电压的平均值为

$$U_p = \frac{t}{T} u = t f u$$

式中 U_p 为电动机两端电压的平均值(V); t 为一个周期内斩波器通电(主晶闸管导通)的持续时间(s); T 为斩波器的工作周期(S); f 为斩波器的工作频率(Hz); u 为电源电压(V)。

斩波脉冲控制方式有定频调宽、定宽调频、调宽调频3种方式:

定频调宽方式 斩波器的工作频率 f (即周期 T)恒定,改变主晶闸管导通时间 t 来实现电机两端电压平均值的改变。

定宽调频方式 斩波器的主晶闸管导通时间 t 恒定,改变斩波器的工作频率 f 来实现电机两端电压平均值的改变。

调宽调频方式 低速时改变斩波器的频率 f ,高速时改变主晶闸管导通时间 t 来实现电机两端电压平均值的改变。

架线式电机车采用斩波脉冲控制,其主晶闸管通时断,会使牵引网路中产生脉动电流,从而引起过电压危害元件。同时,脉动电流的高次谐波对线路通信系



统也会产生干扰,故架线式电机车使用斩波器控制时,其斩波器主电路的电源输入端一般都要装设 LC 滤波元件。

斩波脉冲控制方式是一种无级调速方式,具有调速均匀、起动牵引力大、节约电能、减少触头维护量等优点,但制造成本较高,维修技术要求较高。

架线式电机车的电气制动方式 通常有电阻制动、脉冲变阻制动、再生—电阻复合制动、电磁铁制动与电磁轨制动等方式。

(1) 电阻制动 在电机车制动时断开主电机工作电源,在电机电枢两端并接电阻,将电机中的能量消耗在电阻上来实现制动力的调节。制动时利用控制器中凸轮接点的转换来改变电阻值即能调节制动电流的大小,从而改变制动力,实现机车的减速制动。

(2) 脉冲变阻制动 在机车制动时,断开主电机工作电源,在电机电枢两端同时并联斩波器与制动电阻,控制斩波器的导通比来调整制动电阻的平均值,从而达到调整制动电流与制动力的目的。

上述两种方式均属于能耗制动方式,操纵方便,不取用电能,也不磨损闸瓦并能充分利用粘着力,但在制动期间,电动机和电阻因有电流通过仍将继续发热,一般用于紧急制动。

(3) 再生—电阻复合制动 在机车制动时,不断开电动机,电机两端并联斩波器与制动电阻。特点是可以按照接触网上负载吸收电能的情况,通过斩波器自动调节制动电阻值向电网反馈电能,当接触网上的负载无法吸收电能时自动转换成电阻制动。

(4) 电磁铁制动 利用按钮或光电控制电磁铁通以直流电源使电磁铁吸合,并通过连杆机构带动制动闸使机车制动,通常用于紧急制动。

(5) 电磁轨制动 利用一个强力电磁铁吸引钢轨来实现制动。其制动力大并且与机车车辆粘重无关,但吸着面必须采用特殊的耐磨金属,有时还易擦伤钢轨。

为提供机车照明、电喇叭与控制用电源,架线式电机车上一般都装设有晶闸管或晶体管式直流电源变压器,将输入的 250V 或 550V 电源电压转换成 24V 或 12V 的直流稳定电源。常用的直流变压器有两类。一类是通过直流断续器把输入直流电压周期地断续,再经能量转换电路,直接输出低电压,另一类是通过直流断续器把输入的直流电压转换为单向脉动电压,经变压器降压后输出低电压。

蓄电池式电机车电气控制 电机车主电机的工作电源由装在机车上的蓄电池电源装置供给。由于蓄电池式电机车通常使用在煤矿井下,故其电控装置通常

为矿用隔爆型。蓄电池式电机车的起动调速控制方式与架线式电机车基本相同,只是在采用串并联控制方式时除改变电机电枢的串并联方式外,还可改变电池的串并联方式以达到增加调速档次之目的。此外,蓄电池式电机车在采用斩波脉冲控制方式时不用考虑对系统电网的影响,在其输入端不必装设 LC 滤波器。

发展趋势 随着新型大功率电子元件的相继问世,国际上已开始采用 GTR、IGBT 等新型电子元件组成的直流斩波器进行机车的起动、调速与制动,并采用闭环控制方式提高控制装置的可靠性。中国已研制成 IGBT 调宽脉冲调速装置,用于架线式电机车的起动、调速与控制,并正在进一步完善晶闸管脉冲调速装置。

(曹宏瑾)

dianjiche zhengji shiyan

电机车整机试验 (testing of electric locomotive)

在专用的试验台上或设有轨道线路的试验场中,按规定的程序和内容,对组装成整机的电机车的各项性能指标、主要技术参数进行检验和考核,以验证产品的牵引能力、牵引特性、运行性能以及可靠性、安全性及其适用条件,并为进一步发展新产品提供实验依据。

测试内容 电机车整备重量和轴重测量、制动试验、警声传播距离试验、照明灯照度试验、撒砂装置性能试验、绝缘耐压试验、运行试验、最小轨道曲率半径运行试验、牵引特性试验和最大牵引力测定。

电机车整备重量和轴重测量 利用地磅、弹簧秤、荷重传感器来测量。称重过程中不应变动或调整电机车状态。

制动试验 分静止制动试验和运行制动试验两种。

(1) 静止制动试验 试验在运行制动试验前进行。利用压力传感器直接测量作用在制动闸瓦上的压力。对于只具有手制动的电机车,可用力矩扳手测量所施加的力,根据制动机构的结构参数,计算拉杆受力并得出闸瓦总压力。作用在闸瓦上的总压力应符合设计规定值。

(2) 运行制动试验 试验前,应对电机车制动操作系统的动作性能、制动闸瓦贴靠车轮踏面的情况进行检查。试验以最大牵引载荷和最大牵引速度在 5‰ 的下坡道上进行。试验时,电机车以最大速度运行,在到达施行制动的标志前,主控制器退至零位,当电机车前端到达标志时,立即实施制动并测量制动距离(制动时允许撒砂)。

噪声传播距离试验 可在环境噪声比总噪声小 3dB 的空旷场地上进行。在距离电机车 40m 的轨道面上 1.7m 处用声级计测量电机车警号声, 顺风逆风各测 3 次, 取算术平均值。

照明灯照度试验 试验在无其他光源干扰的地面环境中进行。调整照明灯使其处于良好聚光状态, 然后对准设置在距照明灯 40m 处的测量牌。在电机车电源放电电压为 0.875 额定电压时, 用照度计测量照度。

撒砂装置性能试验 电机车起动时, 撒砂装置应将筛选的干砂准确地撒在车轮轮缘前方的轨面上, 检查撒砂效果。

绝缘耐压试验 检查电机车上各种电路中元部件装配后的绝缘水平。一般只检查电路与大地之间的绝缘水平。

运行试验 电机车以小时制速度在前后方向各运行 15min, 再以最大速度在前后方向各运行 20min, 停车后立即测量轴承温度, 应符合设计要求。

最小轨道曲率半径运行试验 试验在铺设条件符合规定的轨道上进行。试验时, 电机车牵引额定载荷从低速逐渐提高至额定小时速度通过规定的最小曲率半径的弯道。如果弯道不呈 S 形, 则应调转头重复以上试验。试验过程中应不产生运行受限制、电机车与矿车连挂不可靠、轨道永久变形等现象。

牵引特性试验 被试电机车牵引一定负载全电压运行, 运行中改变负载, 使被试电机车电流达到某一稳定值, 记录此时的车钩牵引力 F 、速度 V 和电动机的电流 I 、电压 V 。应至少测量 5 组数据, 其中应有电动机长时电流、小时电流和 1.5 倍小时电流所对应的数据组。如果试验在专用试验台上进行, 可直接以测量值绘制被试电机车的牵引特性曲线 $V=f(I)$ 、 $F=f(I)$ 。如果试验在试验场的轨道上进行, 应将车钩牵引力换算成轮周牵引力后再绘制 $V=f(I)$ 、 $F=f(I)$ 曲线。轮周牵引力等于车钩牵引力与电机车运行阻力之和。运行阻力可按下列经验公式计算:

$$f = \left[3 + 0.3 \frac{A}{P} \left(\frac{V+12}{100} \right)^2 \right] P$$

式中 f 为运行阻力, N; A 为被试电机车最大横断面积, m^2 ; P 为被试电机车粘重, t; V 为被试电机车速度, km/h (当 $V < 10$ km/h 时, 按 $V = 10$ km/h 计算)。

最大牵引力测定 在规定的粘着条件下 (轨面干燥、撒砂的平直道上, 粘着系数为 0.25), 电机车连挂处于制动状态的列车, 也可将电机车一端固定。逐级起动到电机车车轮打滑或过载断电器动作。用拉力传感器测量上述过程中的最大牵引力。对于无级调速或接近于无级调速的电机车 (电流摆动系数小于 10%),

可用测量电机车牵引电动机的电流来计算最大牵引力。

试验方法 有试验台试验和轨道线路试验两种。

试验台试验 在专用试验台上, 将被试电机车置于轨道轮对上, 并按被试电机车的轨距和轴距调整轨道轮对的轨距和轴距。通过中心线校正装置使被试电机车的轮轴中心和轨道轮对轴中心保持在同一垂直面上, 机车的车钩在水平位置和拉力传感器的牵引拉杆连接。电机车在运行时带动轨道轮对、传动装置、测功机一起运转, 以能耗电阻作为测功机的负载对电机车进行加载 (图 1)。由微机测试系统对被测参数进行采集处理、打印和绘制牵引特性曲线 (图 2)。试验台试验占地面积小, 但只能进行牵引特性试验和最大牵引力测定两个项目。

轨道线路试验 在设有专用轨道线路的试验场

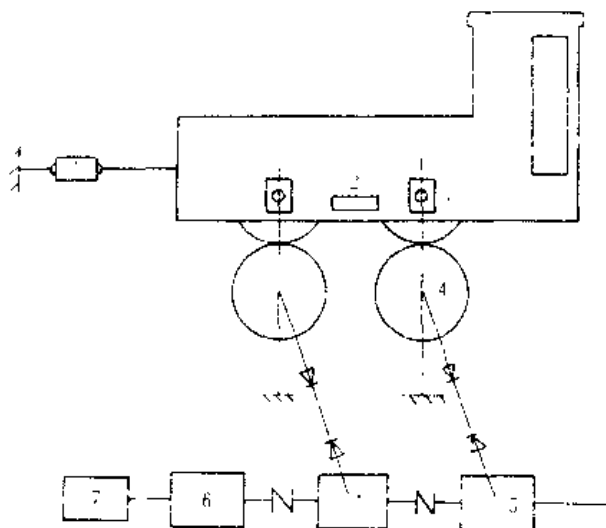


图 1 试验台试验示意图

1—拉力传感器; 2—被试电机车; 3—中心校正装置;
4—轨道轮对; 5—传动装置; 6—测功机; 7—能耗电阻

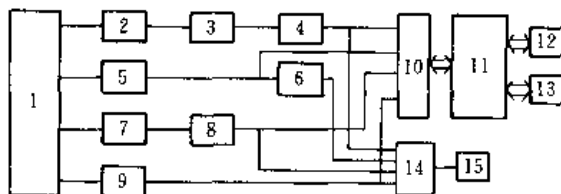


图 2 测试系统方框图

1—被试电机车; 2—拉力传感器; 3—动态电阻应变仪;
4—数据放大器; 5—速度传感器; 6—数字频率计;
7—分流器; 8—直流电流变换器; 9—直流电压
变换器; 10—A/D 转换器; 11—微机; 12—显示器;
13—打印机; 14—多路数字电压表; 15—打印机

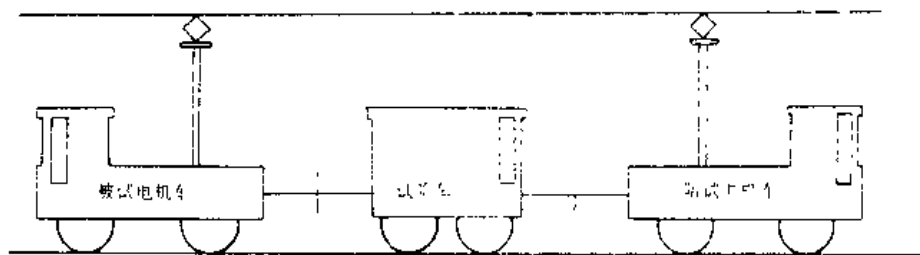


图3 轨道线路试验示意图

中，把被试电机车与装有测试设备的试验车以及陪试电机车连挂在一起置于轨道线路上，以陪试电机车作为负载（图3）。轨道线路试验占地面积较大，但能进行电机车整机试验的全部试验项目。

(刘学斌)

dianlan guzhang tance

电缆故障探测 (cable fault location) 探测电缆故障类型和位置。电缆故障类型有：接地、短路、断路、绝缘故障、闪络性故障及上述故障的综合。故障位置包括轴向和径向位置的确定。

电缆故障探测通常分5个步骤：

(1) 探测出故障的电缆。对于埋设电缆，找出故障电缆的走向和埋设深度；对于敷设在电缆沟或隧洞内的电缆，从多根电缆中鉴别出故障电缆。

(2) 判断电缆故障类型：接地；短路；断路；单相、两相、三相故障；高阻、低阻、闪络性故障。一般使用兆欧表等仪表来判断。

(3) 进行故障烧穿。将高阻或闪络性故障变为稳定的低阻故障，以利进行探测。

(4) 初测。测出故障点到电缆任一端的距离。

(5) 精测（或定点）。准确地定出故障点的具体位置。

根据不同的情况采取以上部分或全部步骤。当故障电缆长度较短，且无高阻故障时，用精测仪器就可检测确定故障的具体位置。低电阻故障状态（ $0 \sim 50k\Omega$ ）常用电压比率法、低压电桥法，无回路时用电流方向法。高电阻故障状态（ $50k\Omega$ 以上），常用高压电桥法或烧穿后用低压电桥法。断线故障常用电容比率法。此外，阶跃电压法也是无屏蔽电缆接地故障检测的常用方法之一。探测埋设电缆的路径用路径仪。“烧穿”故障点用高压击穿仪等。

随着电缆制造技术的发展，电缆绝缘新材料的使用，给电缆故障探测提出了新的要求，新型电缆的“高阻”、“闪络性”故障发生率增大，对这些故障现行的方

法是先“烧穿”，把“高阻”、“闪络性”故障变成“低阻”故障后再进行检测。

因电缆品种多、情况复杂，不能用一种方法确定电缆故障的位置，而应根据电缆故障性质，综合各种探测方法，反复试验，才能最后确定电缆故障的位置。

(徐孟梵)

dianlan jianshi baohu

电缆监视保护 (cable supervisory protection) 在线监视矿用屏蔽监视型橡套软电缆绝缘状况，当电缆发生内、外部故障时，能迅速切断电源，防止事故扩大的保护装置。英、德等国在高、低压配电装置中设有此种保护，中国从1975年开始在高压配电装置中也使用这种保护。

电缆的内外部故障 内部故障包括相线与地线、相线与监视线间的绝缘破坏或短路；外部故障是指电缆受外力损坏时，使监视线与地线间的绝缘损坏或短路，以及监视线或地线断线或连接不良形成的故障。

工作原理 电缆监视保护必须与屏蔽监视型橡套软电缆配合使用，电缆结构如图1所示保护装置接线如下页图2所示。交流电压加在监视线与地线两端，其间接有由整流二极管和电阻或仅由电阻组成的终端元件。正常情况下，由于终端元件的作用，使电阻 R_2 两端电压有较大直流分量。当监视层与屏蔽层短路或监视回路断线时，终端元件无电流流过，电压 U_{R2} 直流分量很小，甚至等于零。因此，只要测量 U_{R2} 中的直流分量大小，就可以判断监视层与屏蔽层之间的绝缘状况和监视回路是否断线，以达到在线监视的目的。

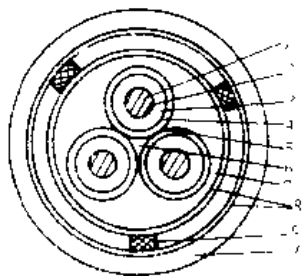


图1 屏蔽监视型橡套软电缆结构

1—导线；2—导线屏蔽；3—乙丙绝缘橡皮；4—导电胶布带；5—屏蔽编织层（地线）；6—垫芯；7—绝缘橡皮内护套；8—导电胶布带；9—监视线；10—外护套



高压电缆监视保护动作参数

保护工作状态	可靠动作	允许动作	不允许动作
监视回路电阻 (k Ω)	>1.5	$0.8\sim1.5$	<0.8
监视线与地绝缘电阻 (k Ω)	<3	$3.0\sim5.5$	>5.5
动作时间 (s)		<0.1	

动作参数 中国高压电缆监视保护参数规定为：当电源电压在额定值 $\pm 20\%$ 波动范围内，其动作特性应符合上表规定。

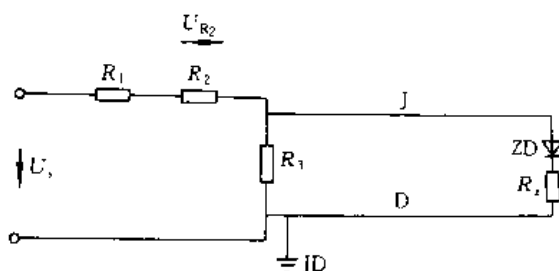


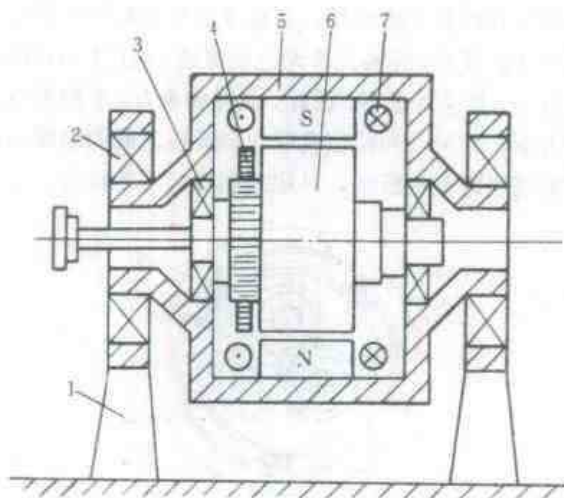
图2 电缆监视保护原理图

U_s —交流电压； R_1 、 R_2 、 R_3 —电阻； U_{R_2} — R_2 两端的电压；J—监视层；D—屏蔽层；ZD—整流二极管； R_4 —终端电阻；JD—采区接地极

参考书目

胡天禄，《矿山电网的漏电保护》，煤炭工业出版社，1987年。

(霍育川 王崇林)



电力测功机结构示意图

1—轴承座；2—轴承；3—滚动轴承；4—电刷；5—定子；6—转子；7—励磁绕组；8—法码；9—杠杆；10—挡板；11—准星

dianlan rebuqi

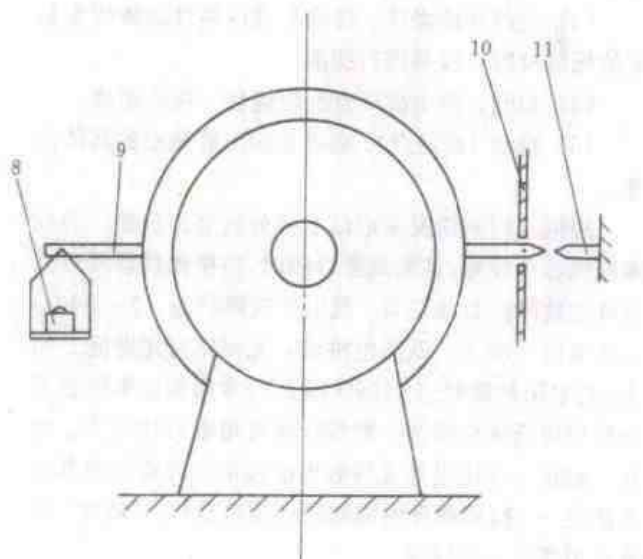
电缆热补器 (electric cable vulcanizer) 在煤矿井下对橡胶套电缆护套进行硫化热补修理的设备。

隔爆型电缆热补器具有上下两个隔爆腔体，主要部件有加热系统、控温系统、电缆模具等，分别安装在上下两个隔爆腔内。电缆热补器的工作电压为AC127V，修补长度一般不大于400mm。电缆修补时根据电缆的外径尺寸选用模具。按矿用电缆修补细则要求将电缆损坏处清理干净，缠好胶带放入模具内，压紧上下模具，合上电源开关开始加热。在加热硫化过程中，根据修补胶料配方，制定相应硫化工艺和工艺参数，达到规定的预热温度和预热时间，保证胶料软化可塑。也要有足够的硫化温度和硫化时间，使修补胶料充分硫化，与电缆的未加热部分浑为一体。

(张宝全)

dianli cegongji

电力测功机 (electromagnetic dynamometer) 利用电机测量各种动力机械轴上输出的转矩，并





结合转速以确定功率的设备。即一种机座可在轴承座内回转一定角度的直流电机或交流电机,它利用电磁感应原理,产生电磁转矩或制动转矩,并可直接测出转矩值。适用于测量电动机和发电机的转矩,也可以用作传动装置试验的加载设备。由于直流电机的调节和校准均比交流电机方便,所以常用的是以直流电机为主体的电力测功机(见上页下图)。

基本结构 直流电机的定子5支承在轴承2上,并可向两个方向旋转一定的角度,转子6可在位于端盖上的滚动轴承3中旋转,励磁绕组7接至独立的直流电源,电枢电流由电刷4引出,定子上有杠杆9,其外端有盘可以放置砝码8,杠杆另外一端有准星11作为平衡指示,上下方并有限位挡板10。

工作原理 电力测功机可作电动机也可作发电机运行。当其电枢绕组电势小于直流电网电压时,则运行于电动机状态,电枢电流和主磁通相互作用产生电磁转矩,使转子旋转,并向同轴联接的被试发电机提供拖动转矩,同时定子受到与转子旋转方向相反的转矩作用。如果电力测功机由被试电动机拖动,其电枢绕组接至负载或向直流电网送出电流,则运行于发电机状态,此时电枢电流和主磁通相互作用产生制动转矩,对被试电动机(传动装置)加载,同时定子受到与转子旋转方向相同的转矩作用。利用简单的杠杆装置,对测功机的定子施加平衡转矩,当定子不再回转时,平衡转矩即

与电力测功机产生的电磁转矩(或制动转矩)相等,由于电力测功机本身具有空载损耗,因此在测量被试电机的转矩时,必须对电力测功机的空载转矩造成的误差进行修正。

技术参数 电力测功机的主要技术参数为功率和精度,经过校准的电力测功机,测量准确度可以达到1%。在中国煤矿机电设备测试中,已使用的电力测功机功率为660kW。

参考书目

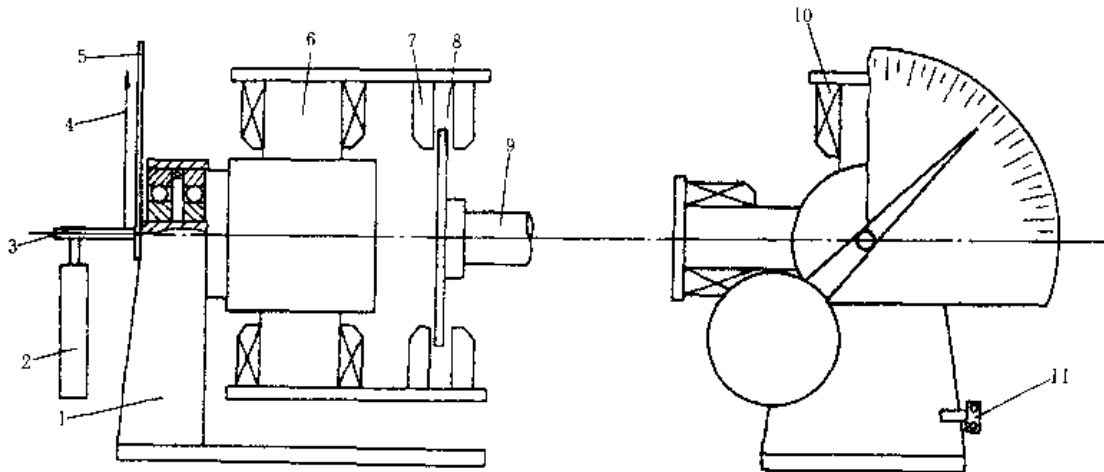
徐伯雄、窦玉琴,《电机量测》,清华大学出版社,北京,1990。
(霍宏睦)

dian woliu cegongji

电涡流测功机 (eddy current dynamometer)

又称电涡流测矩器或制动器。利用电涡流原理,产生对原动机的制动力矩,从而直接测出其转矩的通用设备,适用于对中小型电动机的加载及转矩测量。

基本结构 平衡锤式电涡流测功机由测功机本体及平衡锤测力机构两部分组成(见图)。图中9为电动机轴,直接与测功机钢质圆盘8联结,6为磁极,上有直流励磁绕组,当绕组通以直流电流时,磁极产生磁通,传到夹在圆盘两侧的极靴7,经气隙到圆盘形成闭合磁路。磁极、极靴为一个整体,经轴承安装在支架1上。在轴承外侧轴伸3上,装有重锤2及指针4,指针



平衡锤式电涡流测功机结构图

1—轴承支架; 2—平衡锤; 3—轴伸; 4—指针; 5—刻度盘; 6—可偏转磁极; 7—极靴; 8—圆钢盘;
9—电动机轴伸; 10—直流磁极绕组; 11—接线板

位置可在刻度盘5上读出。

工作原理 在测试时被测电动机旋转,带动圆盘,切割极靴的磁力线,在圆盘内产生感应电势并随之产

生涡流,涡流与磁力线相互作用,产生对圆盘也就是对电动机的制动转矩,该转矩对磁极产生大小相等方向相反的转矩,使磁极系统顺着电动机转动方向旋转,带

动轴伸上重锤及指针偏转到一定位置,重锤偏移所产生的力矩与电动机转矩相平衡,指针指示的数值即为在此转速下的电动机转矩。转矩的测定也可以采用弹簧秤或杠杆一端加砝码来代替平衡锤,以产生平衡制动力矩,由弹簧秤的指示或砝码大小来读出电动机输出的转矩。

应用 通过调整励磁电流,可以平滑地调整由涡流产生的制动转矩。通过更换重锤及弹簧秤,可以适应不同容量的电动机。由于装置的结构简单、调整方便,应用较广。但其制动功率由涡流全部转化为热能,必须有足够的冷却风量。在用于中小型电动机的测试中,轴承的摩擦及圆盘转动时的风的阻力是测试中必然存在的误差,但一般仍在测试精度许可范围以内。

参考书目

徐伯雄、窦玉琴,《电机量测》,清华大学出版社,1990。

(霍宏喧)

duantou zhijia

端头支架 (face-end support) 用于维护采煤工作面端头巷道顶板的液压支架。通常与排头支架紧靠,使工作面端头有足够的无立柱空间,供推移转载机尾和输送机头,也可防止工作面支架歪斜。端头支架按其在巷道中的布置和与输送机头的关系可分为承托机头式和推移机头式两类。

承托机头式端头支架 指输送机机头、转载机机尾放置在支架底座上的端头支架。它分为中置式和偏置式两种,其基本架型可以是支撑掩护式或掩护式。

中置式端头支架 支架沿巷道中心线对称布置,转载机置于巷道中部的端头支架(图1)。每组端头支架由左右两架组成,左右端支架结构对称。转载机机尾置于两架支架底座中部的凹槽中。该支架由立柱、千斤顶和各种结构件等组成,来自高压泵的乳化液由主进液管路经过支架截止阀进入操纵阀,通过操纵阀分别

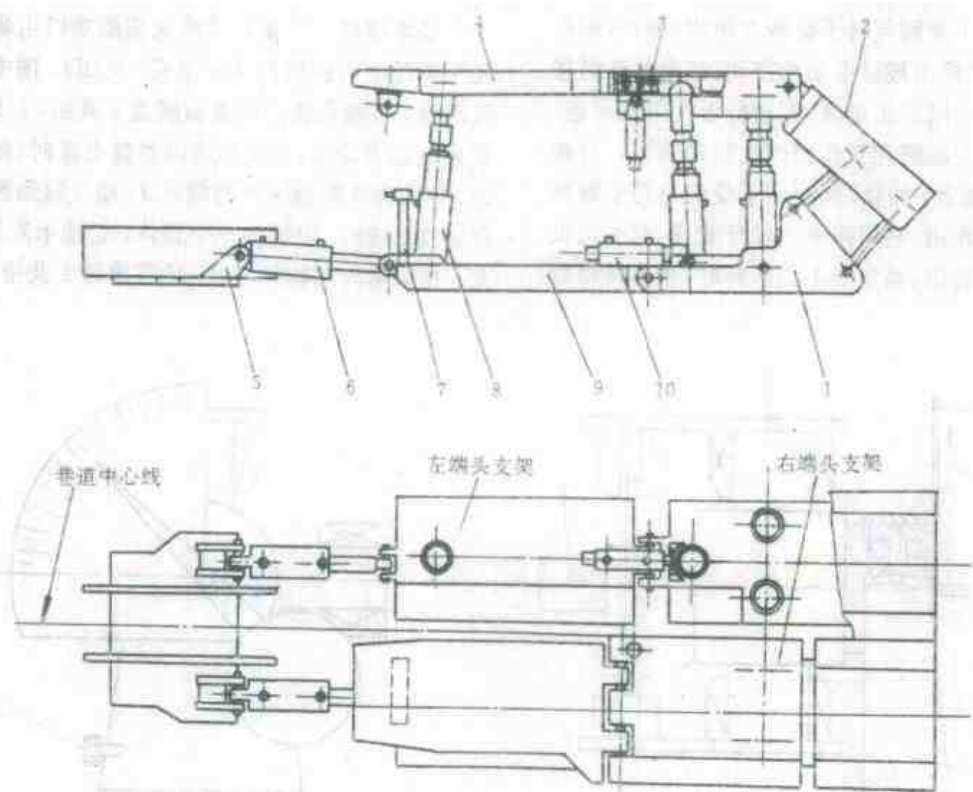


图1 中置支撑掩护式端头支架

1—底座; 2—掩护梁; 3—顶梁; 4—前探梁; 5—前拖座; 6—推拉千斤顶; 7—操纵阀;
8—立柱; 9—推移座; 10—推机头千斤顶

向各液压缸供液,完成端头支架各项动作。其基本动作包括:推移转载机,升降端头支架,推移端头支架与输送机机头或机尾。左右端头支架交替前移。

偏置式端头支架 转载机布置在巷道一侧的端头

支架(下页图2)。支架由主副两架组成,主架宽副架窄,转载机机尾置于主架底座的凹槽中,每架有两个推移千斤顶设置在底座的前方,与推移梁连在一起,用两个销轴和连板将转载机与推移梁连接起来。操纵台安

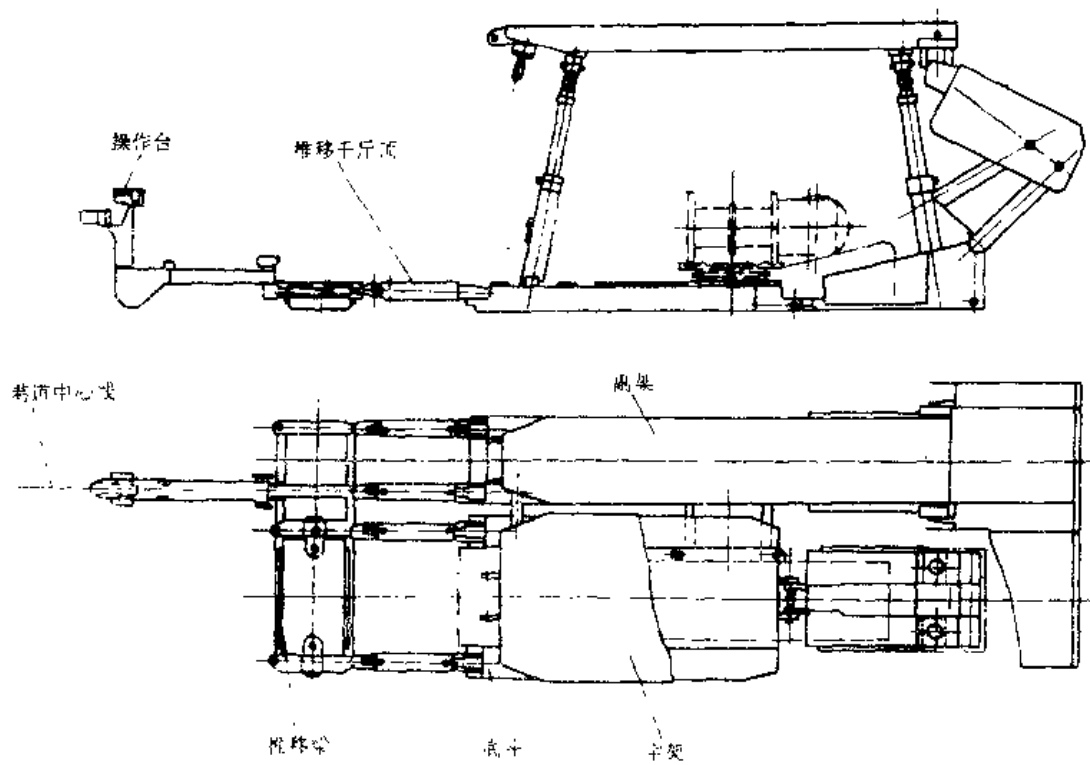


图2 偏置式端头支架

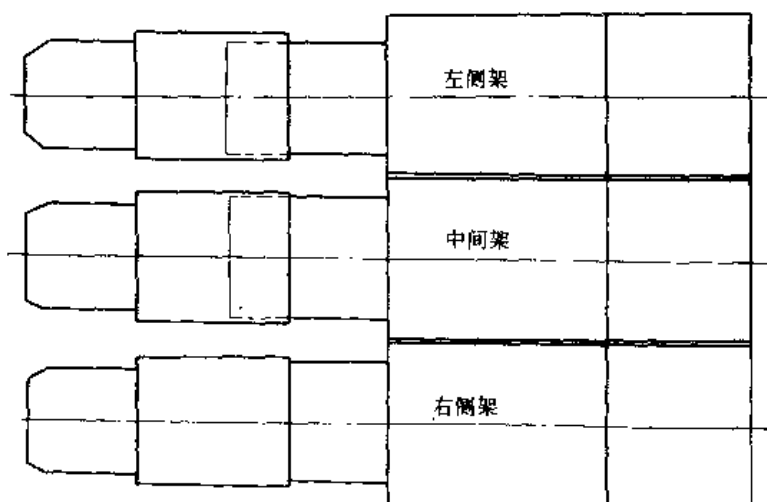
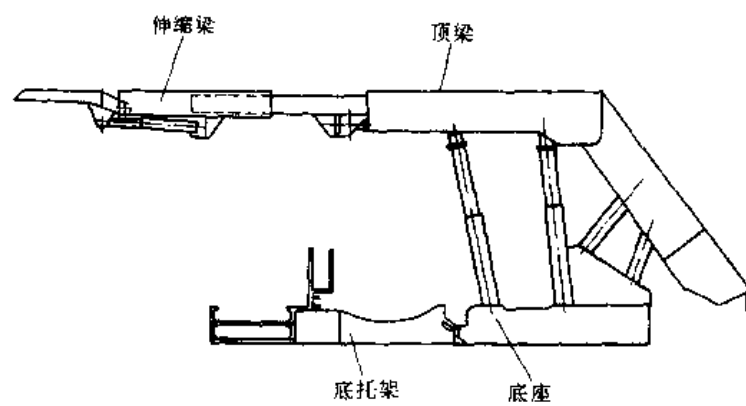


图3 推移机头式端头支架

设在顶梁前方 4m 以外,工作面输送机机头通过机头底架和导轨与转载机相连。推移时用四个推移千斤顶同时动作,将推移梁连同转载机一起推向前方,转载机再通过导轨和机头底架将机头向前拉移,然后主副架再互为支点迈步前移。

使用偏置式端头液压支架时,胶带输送机和转载机布置在巷道一侧,使下顺槽在不扩大断面的情况下,把动力列车置于巷道的某一侧以减少开切口工作量或便于排水等。

承托机头式端头支架近期还出现一种中置三列式端头支架。中架为宽形主架,转载机机尾置于其底座中部的凹槽中,两边为两架对称的窄形副架。移架时先移中间架及转载机,然后移两边副架,这种端头支架用于巷道宽、转载机设于巷道中部的场合。

推移机头式端头支架 指输送机机头、机头托架和转载机放置在端头支架前方的底板上,端头支架的推移千斤顶与机头托架的耳座铰接,可推动输送机头、机头托架和转载机沿底板移动的端头支架(上页图 3)。

端头支架的安装位置滞后于工作面支架,其顶梁加长一个步距或更多,以支护端头过渡区的顶板,保护输送机机头和转载机机尾。这种端头支架一般与侧卸式输送机配套。通常下端头(机头)布置三架,上端头(机尾)布置两架。端头支架可用工作面支架改造而成,加大推移千斤顶,加长顶梁。当三台支架同时推机头托架时,移动输送机机头和转载机机尾,端头支架的移架顺序为:两侧端头支架支撑顶板,先降移中间端头支架,并将其支撑顶板,然后分别降、移、升两侧端头支架。这种端头支架结构较简单、重量较轻、移架方便。

(饶明杰 赵宏珠)

duanbi caimeiji

短壁采煤机 (shortwall coal wining machine) 又称短机身采煤机,无需开切口即可向前推进的多功能采煤机。由于机身较短,主要用于短壁工作面采煤、长壁工作面开切口、煤巷掘进、房柱式采煤法采煤等。这种采煤机只有一个滚筒,与摇臂配合可无需切口即可进刀。

基本结构 主要由电动机、行走部(牵引部)、截割部及辅助装置组成。电动机可同时驱动截割部、行走部及摇臂回转。截割部由滚筒及其机械传动装置组成。机械传动装置使滚筒得到所需的转向、转速和转矩。行走部由行走机构和驱动装置组成,使采煤机在刮板输送机上移动并能在运行过程中随时调节牵引速度与改变牵引方向。行走机构有链牵引和无链牵引两种,其中

无链牵引应用较多。辅助装置包括实现电源和水源连续供应的卷缆装置、喷雾冷却系统、摇臂回转或调高系统、电气控制系统等。

主要类型 短壁采煤机由滚筒采煤机演变而来,按其结构特点可分为单节摇臂短壁采煤机和双节摇臂短壁采煤机。

单节摇臂短壁采煤机 摇臂安装在机身煤壁侧的中部,用油缸或液压马达使其旋转 270° 或 360° ,并配有机械或液压的锁定装置以固定在所需位置。这种采煤机与液压支架、刮板输送机配套组成短壁工作面综合机械化采煤机组;与单体支柱、铰接顶梁、刮板输送机配套组成短壁工作面普通机械化采煤机组;也可用在长壁工作面作开切口设备;或用于煤巷掘进。短壁工作面采煤时,通常由工作面运输巷向工作面回风巷沿顶板截割,摇臂朝向回风巷,割透工作面,摇臂下降,使滚筒沿底板截割,此时摇臂仍朝向回风巷,直到采煤机爬上刮板输送机机头,大部分机身进入运输巷以后,向运输巷方向回转摇臂使滚筒从底板(或顶板)处转到运输巷内,推动刮板输送机机头和采煤机一起前进一个截深,再向回风巷方向回转摇臂,使滚筒处于沿顶板截割位置,开始下一个循环。因为摇臂不仅要上下升降,还要左右回转很大角度,故这种采煤机的机面高度较高,摇臂长度较短,采高范围较小。为了适应不同采高,采用改变机面高度并配以相应的摇臂长度。这种形式的短壁采煤机适宜于急斜特厚煤层水平分段放顶煤采煤工作面(图 1)。

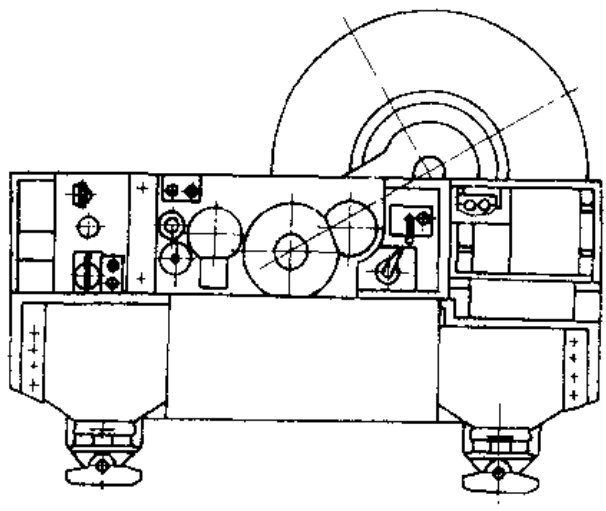


图 1 单节摇臂短壁采煤机

双节摇臂短壁采煤机 克服了单节摇臂形式采高范围小的缺点,该摇臂由两节构成,第一节摇臂可上下摆动一定角度,第二节摇臂可 360° 回转(下页图 2)。这

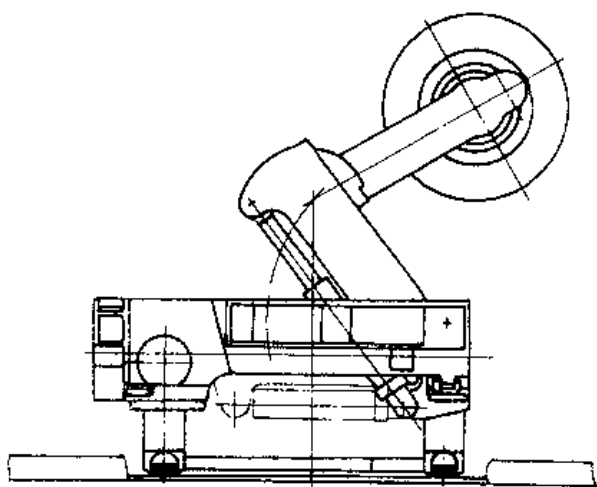


图2 双节摇臂短壁采煤机

种形式的短壁采煤机适宜于长壁工作面开切口、短壁工作面整层开采、煤巷掘进，尤其是拱形巷道掘进。

(吴汉模 伍丽娅)

duanlu baohu

短路保护 (short-circuit current protection)

对供电系统中不等电位的导体在电气上短接产生的短路故障进行的保护。

短路故障的原因与危害 煤矿井下引起短路故障的主要原因是因过热、老化、过电压、机械损伤导致绝缘损坏造成的。在运行、维修、预防性电气试验中误操作也是产生短路故障的重要原因。

短路故障是煤矿井下产生次数较多的严重故障之一。由于短路电流通常可达正常工作电流的数倍，乃至数十倍，必将产生过多的热量，导致绝缘损坏、设备烧毁，甚至引起电火灾；强大的短路电流还会产生巨大的电动力，可能导致设备机械性破坏；短路点电压降到零，使周围电压显著降低，导致周围设备不能正常运行。因此短路故障必须迅速切除进行保护，以免事故的进一步扩大。

整定值的选择 选择的原理是线路供电正常以及最大负荷时，即使包括电动机最大起动电流的冲击也应当使短路保护动作。同时，当线路出现最小短路时短路保护应可靠动作（灵敏系数不小于1.5）。常用的选择方法如下：

对低压馈电开关的过电流继电器以及电磁起动器中限流热继电器的电磁元件的电流整定值 I_s 在保护电缆干线时按下式选择：

$$I_s \geq I_{SN} + \Sigma I_N;$$

在保护电缆支线时按下式选择：

$$I_s \geq I_{SN}$$

而熔断器熔体额定电流 I_F 在保护电缆干线时按下式选择：

$$I_F \approx \frac{I_{SN}}{1.8 \sim 2.5} + \Sigma I_N$$

在保护电缆支线时按下式选择：

$$I_F \approx \frac{I_{SN}}{1.8 \sim 2.5}$$

在保护照明负载（基额定电源为 I_N ）时按下式选择：

$$I_F \approx I_N$$

对动力变压器一次侧高压配电箱中的过电流继电器电流整定值 I_s 按下式选择：

$$I_s \geq \frac{1.2 \sim 1.4}{\eta_i K} (I_{SN} + \Sigma I_N)$$

对照明变压器一次侧用熔断器熔体额定电流 I_F 按下式选择：

$$I_F \approx \frac{1.2 \sim 1.4}{K} I_N$$

对电钻变压器按下式选择：

$$I_F \approx \frac{1.2 \sim 1.4}{K} \left(\frac{I_{SN}}{1.8 \sim 2.5} + \Sigma I_N \right)$$

以上各式中 I_{SN} 指容量最大电动机的额定起动电流或同时起动电动机额定起动电流之和； ΣI_N 指其余电动机额定电流之和； K 指变压器的变比； η_i 指电流互感器变流比。

短路电流的计算 为了选择和整定继电保护装置、校验电气设备、确定限流措施、选择主结线方案等，需要对系统短路故障下的短路电流进行计算。

按不同需要，要进行三相短路、两相短路、两相接地短路、单相接地短路时所产生的短路电流进行计算。中国煤矿井下供电系统目前禁止采用中性点直接接地系统，因此单相接地故障属漏电故障，不由短路保护装置进行保护，所以选择短路保护装置整定电流时为校验灵敏系数，需要计算最远端两相短路最小短路电流，其计算公式如下：

$$I_{Smin}^{(2)} = \frac{U_N}{2 \sqrt{(\Sigma R)^2 + (\Sigma X)^2}}$$

式中 $I_{Smin}^{(2)}$ 为最远端最小两相短路电流，A； ΣR 为最远端两相短路回路内一相有效电阻总和（含变压器电阻和线路电阻）， Ω ； ΣX 为最远端两相短路回路内一相电抗总和（含变压器电抗和线路电抗）， Ω ； U_N 为变压器二次侧的额定电压，V。

一般在校验过流继电器整定值 I_s 时取灵敏系数

为 1.5, 即

$$\frac{I_{Smax}^{(2)}}{I_s} \geq 1.5$$

一般在校验熔断器熔体额定电流 I_F 时, 为确保熔体及时熔断必须满足下式

$$\frac{I_{Smax}^{(2)}}{I_F} \geq 4 \sim 7$$

为了校验电气设备是否具备足够的遮断能力, 还需计算端口处三相直接短路可能出现的最大短路电流 $I_{Smax}^{(3)}$, 计算公式如下

$$I_{Smax}^{(3)} = \frac{U_N}{\sqrt{3} \sqrt{(\sum R)^2 + (\sum X)^2}}$$

式中 $I_{Smax}^{(3)}$ 为三相直接短路最大短路电流, A; $\sum R$ 为短路回路内一相有效电阻总和; $\sum X$ 为短路回路内一相电抗总和, Ω 。

计算出的短路电流值如果大于设备的遮断能力就应重选设备或采取限流措施, 如增加限流电抗器等。

短路保护的方法 实施短路保护最简单的一种办法是装设熔断器, 其次是利用电流突然增大和电压突

流测试方法日益受到重视; ③进一步提高短路保护快速性 (见快速断电保护); ④进一步提高短路保护灵敏度 (见相敏过流保护); ⑤进一步提高供电安全, 对系统供电前出现的短路故障能实现闭锁的短路闭锁保护技术也值得研究; ⑥为进一步提高短路保护的各种性能, 采用电子技术与计算机技术已成为目前国内外的发展趋势, 采用这些技术可以使整定方便准确, 显示清晰明了, 维修方便快捷, 也提高保护的可靠性, 还可以在保护选择性的基础上达到最佳的快速性, 对煤矿井下防爆电器而言, 其小体积、低功耗、多功能更是电磁式继电器保护所无法比拟的。

(姜幼民)

duanlu dianliu

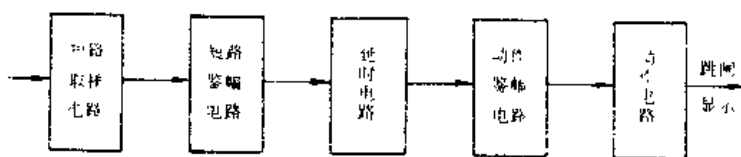
短路电流 (short-circuit current) 电力系统在运行中, 相与相之间或相与地 (或中性线) 之间发生非正常连接 (短路) 时流过的电流。在矿井供电系统中发生短路的基本类型有三相短路、两相短路和单相、两相对地短路。短路电流及其动力和发热效应, 短路时的电压降低是电气结线方案比较、电气设备和载流导体选择、接地保护计算以及继电保护选择和整定等的基础。

计算短路电流目的 进行短路计算的目的是:

- (1) 进行电气主结线系统的比较;
- (2) 校核载流导体及电气设备;
- (3) 选择继电保护装置及进行整定计算;
- (4) 确定中性点接地方式;
- (5) 验算接地装置的接触电压和跨步电压。

在煤矿的供电系统中, 一般单相短路电流值不会超过三相短路电流, 而两相短路电流值通常小于三相短路电流, 因而在短路计算中以三相短路电流作为基本计算。

规程要求及演变 20 世纪五十年代, 中国的煤矿保安规程规定井下主变电所 6kV 母线上的短路容量 (指反映电力系统某一供电点电气性能的一个特征量) 不得超过 50MVA, 这是参考当时苏联的保安规程, 并考虑到油断路器的使用条件所决定的。1980 年煤矿安全规程规定“非矿用高压断路器用于井下时, 其使用的最大断流容量不应超过额定值的一半”, 因为当时井下用的断路器都是油断路器, 所以这里指的高压断路器也是油断路器, 但显然已不限止在 50MVA 以内了。1986 年及 1992 年版煤矿安全规程规定“井下电力网的短路电流, 不得超过其控制用的断路器的井下使用



电子式短路保护装置原理框图

然下降的电流电压继电保护, 具体的可分为有时限 (定时限或反时限) 的过电流保护、无时限或有时限的过流速断保护、三段式过流保护电流电压连锁有时限过流或速断保护等。中国煤矿井下最常用的是由电磁式继电器组成的无时限短路保护装置, 如馈电开关中采用的直接动作一次式保护装置, 高压配电装置中采用的直接动作二次保护装置及间接动作二次式保护装置。70 年代开始中国煤矿井下在馈电开关电磁起动器等设备中采用电子式短路保护装置, 其原理框图如图所示。

无论采用何种原理实施短路保护都必须满足动作迅速, 具有一定选择性、灵敏度好和动作可靠 4 项要求。

发展趋势 ①随着煤矿井下供电系统容量的不断扩大, 短路电流的最大值也在不断上升, 因此提高断路器等遮断能力和动热稳定性十分必要, 采用限流断路器及真空断路器等将日益广泛; ②随着短路电流的增大, 取样用电流传感器要求更高的精度和更大的线性范围, 为此采用空心互感器以及采用霍尔原理的大电

开断能力,并应检验电缆的热稳定性。非煤矿用高压油断路器用于井下时,其使用的开断电流不应超过额定值的 $1/2$,而对真空断路器就没有限值。目前井下矿用一般型高压开关柜的断流容量已达到150MVA,防爆高压开关柜也超过100MVA。

限制措施 有以下几种限制短路容量过大的措施:

(1) 加装电抗器或分裂电抗器。一般在矿井变电所中变压器的主回路或下井馈出线上装设电抗器或分裂电抗器,以限制短路电流。这种方法比较简单,但缺点是加装电抗器时,在正常运行时也有电压损失,往往使采区变电所的电压质量不能保证;加装分裂电抗器时二臂的负荷不可能平衡,有时相差很大,以致电压质量也无法保证。

(2) 加装低压侧为分裂绕组的变压器或隔离变压器。加装分裂绕组的变压器当母线分列运行时,可减少短路容量;在下井馈出线上加装1:1的隔离变压器,不但可以减少单相接地电容电流,同样也可减少短路电流。但这样做的结果往往使并下的短路容量太小,不利于排水泵电动机的起动,而且加装隔离变压器的费用也很昂贵。

(3) 选用多台变压器分列运行。将原矿井变电所选用的主变压器,改选为多台小容量,并将其二次侧母线分列运行,以达到减少下井馈出线上短路电流的目的。

(高天一)

duanxiang baohu

断相保护 (phase failure protection) 对在三相供电系统中因一相断线引起的故障进行的保护。断相故障是三相不平衡故障中最常见的一类故障,因此断相保护也是三相不平衡保护(又称三相不对称保护)中最常用且较易实现的一种保护。

断相故障种类、原因及危害 断相故障根据其在系统中出现的前后位置不同,表现的特征不同,可以分为以下几种。①供电变压器一次侧断一线;不论变压器是何种接法,二次侧三相线电压将出现严重不对称,即使带上三相对称负载,三相线电流也会严重不对称;但在变压器二次侧为角形接法带三相对称负载时,输出的三个线电流中并不出现一相线电流为零的现象。②负载供电线路断一线;指从供电变压器二次侧(含绕组本身)开始一直到负荷开关出口(含开关内部)出现断一线,表现在三相对称负载上会出现三相线电压严重不对称,一相线电流为零。③负载内断一线;星形接法负载内断一线时,负载端口(或负荷开关出口)三相线电压仍基本对称,但断线一相线电流为零;角形接法负

载内断一线时,负载端口(或负荷开关出口)三相线电压仍基本对称,而三相线电流严重不对称,但不出现一相线电流为零的现象。

出现断一线的原因很多,其中主要有:①熔断器一相熔体熔断;②供电电缆受机械损伤,其中一根线断裂;③电器内机械故障使吸合时有一相触头不接触;④接线盒内某一接线柱损坏或没有连接好;⑤变压器、电动机等负载内一相绕组烧断或受电磁力后拉断等。

断相故障是煤矿井下最常见故障之一,也是煤矿井下中小型电动机烧损的主要原因,尤其在无专人看管的场合,如小水泵、局部通风机的电动机更是如此。电动机因断相故障三相电流会严重不对称,其中正序电流产生正向转矩,负序电流产生反向制动转矩,零序电流增加损耗。带同样负载正向转矩需要克服负载转矩以及由负序电流产生的反向制动转矩,因此负担加重、电流剧增,引起损耗增加(包括零序电流产生的损耗及增加的附加损耗),即使在80%负载左右,时间一长电动机也会烧毁。

断相故障时电流分析 一般断相故障时三线中会有一个线电流为零,容易鉴别,图1所示的两种情况是例外。

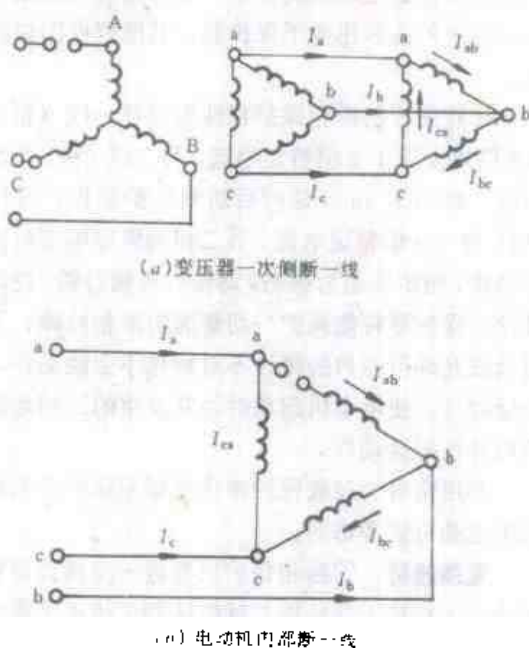


图1 线电流均不为零的断相故障线路图

如果假设断相前后电动机功率因数、效率、转速均不变,则在电动机为额定负载时(额定线电流为 I_N)图中(a)情况 $I_b=I_c=I_N$, $I_a=2I_N$;图中(b)情况 $I_a=I_b=0.866I_N$, $I_c=1.5I_N$ 。实际状况因功率因数、效

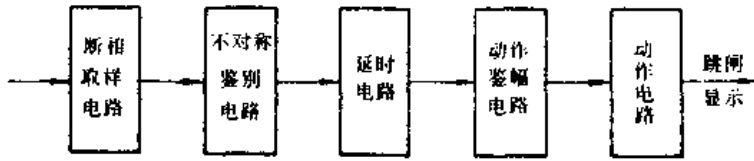


图2 断相电子保护原理框图

相保护与过载保护、短路保护等有很多共同之处，现在已实现把上述保护组合一起的综合保护，并已推广应用，如何进一步完善它也是今后的一个发展方向。

(姜幼民)

率、转速还有所下降，线电流还更大一些，因此长期运行电动机将烧毁。同时，以检测线电流进行断相保护时，这二种情况下线电流的变化将是确定保护特性的依据。

实施方法 对断相故障进行保护首先要对出现断相故障进行检测，选择什么样的信号关系到保护的可靠性以及保护实施方案的难易。为了实施可行，检测点通常取在负荷开关内。分析各种断相故障可知，检测各相电压是否对称并不能断定断相，检测各相电压或电流是否出现零也不能断定断相，而只有检测各相线电流的不对称程度才能可靠地发现断相。

目前煤矿井下实施断相保护的主要方法有两种：一种为采用差动热继电器，利用三相热元件发热的不同，伸胀不同去推动差动机构实现断相保护，但这一方法不仅具有热继电器固有的缺点（见过载保护），而且在三角形接法电动机绕组断一相等情况时很难可靠动作；另一种为采用电子保护器，其原理框图如图2所示。

比较完善的断相保护特性应是任一线（相）小于0.6倍或大于1.6倍整定电流，另二线（相）为整定电流时，经小于3min延时后断相保护动作；而任一线（相）为0.9倍整定电流，另二相为整定电流时将长期不动作，初始状态为热态，动作后应能自锁。按此特性设计的保护器将能保护一切情况的断相故障，而对三相负载允许范围内的稍许不对称也不会误动作，增加短延时可以使电动机起动时经常发生的三相起动电流不对称也不会动作。

利用精确的过载保护来代替断相保护在某些场合应用也是可以考虑的。

发展趋势 ①断相保护只要进一步提高鉴别不平衡的能力和抗干扰性能，就能达到三相不平衡保护的目，就可以对诸如变压器、电动机内部一相匝间短路、双机拖动时一台电动机内出现断相等较难检测的故障进行保护；②用于鉴别断相故障的信号除了三相电流幅值外，还可以是三相电流之间的相位差，这也是研究的一个方向；③显然采用电子技术与计算机技术可以进一步完善断相保护的各項性能指标，并方便整定、使用和维护，因此它是目前主要的研究方向；④断

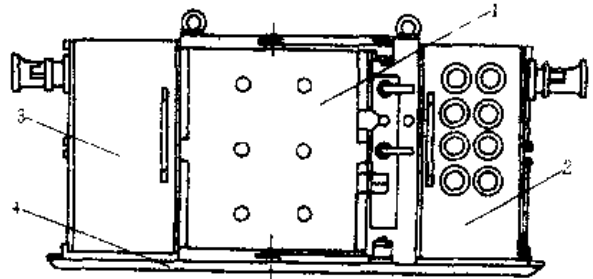
duolu kaiguanxiang

多路开关箱 (multi-circuit switch box)

又称组合开关或多回路电磁起动器。可分别控制和保护两台或两台以上电动机的电磁起动器。适用于对多台电动机按规定程序直接起动、停止和无负荷下换相。可根据需要对电动机及其控制电路实现多种保护，特别适合与综采设备配套使用。多路开关箱具有设备占地面积少、供电线路的压降损耗低等优点，同时简化了电缆的连接，有利于设备的频繁迁移，并具有短路、过载、控制电路漏电、主电路漏电闭锁或漏电、熔断器监视、接地监视、电动机绕组温度监视等多种保护功能。其过载保护整定电流调节范围也较大，可满足被控电动机不同容量的要求。

多路开关箱由外壳和本体两部分组成。

(1) 外壳：由主腔、接线箱和拖架三部分组成（见图）。主腔为矩形，主腔大盖为横向移动式开启结构。



多路开关箱外形

1—主腔；2、3—接线箱；4—拖架

盖上有观察窗，可观察抽屉上显示组件的信息指示，掌握被控电动机的运行情况。接线箱位于主腔左右侧，分别装有供主、控制回路的电缆引入装置。拖架位于底部。

(2) 本体：一般为一抽芯，安装有主电路熔断器、真空接触器、压敏电阻、时间继电器、过载过流保护继电器及其配套用的互感器，控制电路漏电继电器、熔断器监视继电器、主电路漏电闭锁装置或漏电保护继电器、热敏电阻继电器、接地线监视继电器等元件。还有一些元件安装在壳体上。抽芯上元件与壳体上元件间的电气连接，主电路采用多面接点，控制电路采用插接

器。

20 世纪 60 年代中期德国首先研制并使用了多路开关箱。中国 80 年代开始从德国引进组合开关的制造技术,开发了两回路和 6 回路的组合开关,其结构与性能基本上和德国产品相同,主要区别是:①接线箱由增

安型改为隔爆型;②内部电器元件全部采用国产件;③远控操作电压由 42V 改为 36V;④由 7 种保护简化为短路,过载、断相和主电路漏电闭锁 4 种保护;⑤每分路换相隔离开关由控制 3 支路改为控制两支路。

(常平潮)

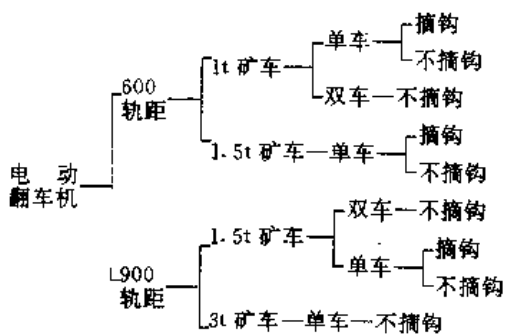
F

fancheji

翻车机 (car dumper) 将固定车箱式矿车翻转卸载的设备,多用于煤矿排矸系统中矸石车卸载及中小型煤矿煤车卸载,是煤矿矿车轨道运输中的主要辅助设备之一,一般用于3t以下矿车的卸载。翻车机根据结构可分为简易翻车机、电动翻车机和液压传动高位翻车机三类。

简易翻车机 为无动力翻车设备,靠矿车进入后的偏心重力矩自动翻转和复位,实现重车翻转,空车复位,手把用于停位锁机。它结构简单,操作方便,但生产能力低,安全性差。通常使用的有前倾翻车式和旋转侧翻式两种。

电动翻车机 用电力驱动旋转侧翻的翻车设备(图a),在煤矿中应用普遍,其形式品种繁多,分类如下表(中国均已定型生产)。



摘钩翻车机用于单矿车运行,不摘钩翻车机用于成列矿车运行。电动翻车机主要由旋转滚筒、传动轮与托轮架、驱动装置、定位装置和阻车机构组成。

(1) 旋转滚筒 由型钢组合成铸钢滚圈与型钢焊接桁架连接组成,坚固耐用,安装运输方便,是翻车机的主体件。

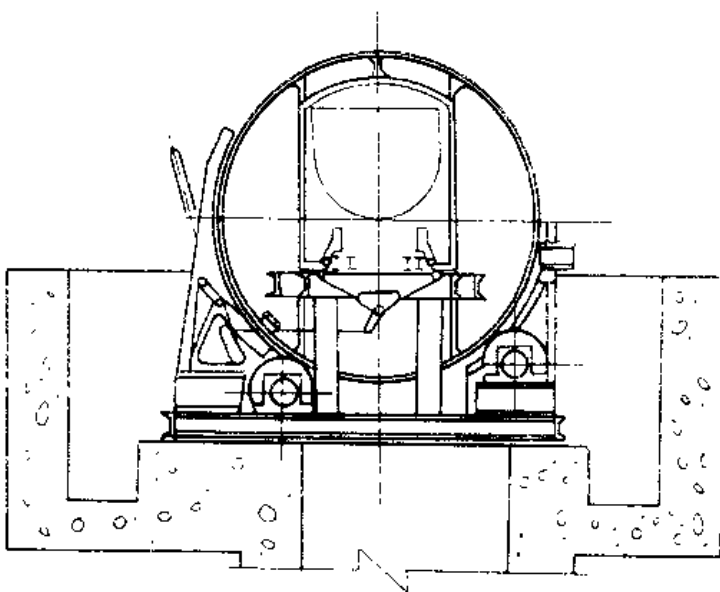
(2) 传动轮与托轮架 是传动和支承滚筒旋转的机件。

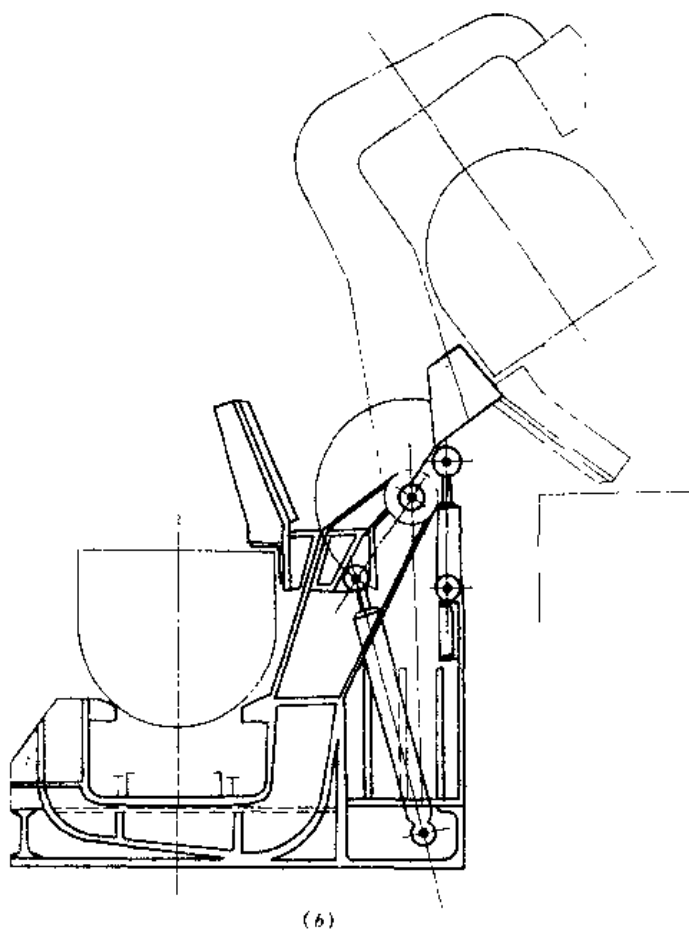
(3) 驱动装置 电机连续运转且翻转与定位联动,可适应翻车机的间歇工作。早先是翻车后停车、定位时把滚筒抬起,脱离传动轮,但结构复杂,抬起的间隙不易调整。70年代后采用电机、行星齿轮减速器、联轴器 and 常闭制动器组合,可使电机连续运转,而减速器空转以适应翻车机间歇工作的要求。

(4) 定位装置 用于滚筒旋转一次后的正确定位,以使机内外正确接轨,矿车能顺利进出。此装置安装在滚筒的侧面,分为有缓冲、无缓冲两种。有缓冲的,可减缓冲击,延长设备寿命,但结构复杂。

(5) 阻车机构(参见阻车器) 摘钩翻车机的阻车器在机内、外各设一个;不摘钩翻车机在翻车机前后各设一个,以使机内、外矿车正确定位。阻车器的开闭与旋转滚筒联动。设有操作手把可实现滚筒多次连续翻转时阻车或不翻转而使矿车直接通过翻车机。

液压传动高位翻车机 由液压泵站、液压缸举升





翻车机

a—电动翻车机；b—液压传动高位翻车机

机构、机座等部件组成（图b）。它依靠液压举升承载矿车，将物料侧卸于自卸汽车或其他运输设备上。该机结构比较简单，操作方便，不需地坑设施。

(王荣相)

fangbao anniu

防爆按钮 (explosion-proof button) 闭合、断开和转换控制电路，具有防爆安全性能的电器。是一种重要的主令电器，由防爆外壳和按钮元件组成，用于煤矿井下电气控制系统中，对高压配电装置、馈电开关、电磁起动器、信号检测装置等作远距离控制或程序控制。

按钮主要由触头系统、操作机构和定位机构组成，根据使用对象不同，各类防爆按钮均由单钮型、双钮型及三钮型产品组成系列。每一按钮操作机构连动一个常开、一个常闭触头，以适应信号转换需要。单钮型主要用于信号装置和紧急分断电路，双钮型主要用于控

制不可逆电磁起动器，三钮型主要用于控制可逆型电磁起动器及双速电磁起动器。

根据中国现行煤矿安全规程规定，远距离控制线路的额定电压不应超过 36V。所以新型产品均按 36V 设计，由于控制电路工作电流较小，所以额定工作电流定为 5A 及以下。通断能力是根据使用类别确定。

中国的矿用防爆按钮绝大多数为隔爆型结构，当选用普通按钮元件时，防爆外壳需有主腔与接线腔；当选用隔爆型按钮元件时，采用电缆直接引入方式，有一个防爆腔，可以简化结构，缩小体积。后者是中国 20 世纪 80 年代发展的新产品，具有双重防爆的安全可靠性。

(万邵珀)

fangbao chaiyou jiche

防爆柴油机车 (flameproof diesel locomotive)

以防爆柴油机为动力，在轨道上行驶的机车。它可以在大巷和采区巷道行驶，适应性强、机动灵活、效率高、经济安全，但排出的废气中含有一氧化碳、氮氧化物、硫化氢、碳烟等有害物质。使用这种机车的巷道，其通风量要求能将有害物质稀释到煤矿安全规程规定的范围之内。

性能特点 煤矿井下使用的柴油机车，必须采用防爆低污染柴油机。这种柴油机与普通柴油机的主要区别是：

(1) 进、排气系统各部件之间，汽缸盖和机体之间接合面的有效宽度必须满足防爆要求。

(2) 进、排气系统装有阻火器，以阻止柴油机工作中火星的喷出。

(3) 进气系统装有空气切断阀，以防切断燃油后因吸入甲烷气体而可能出现的飞车。

(4) 柴油机必须采用水冷式，排气管也采取水套冷却，并采用大功率风扇和较大面积的散热器，保证柴油机表面温度不超过 150℃。

(5) 排出气体经湿式或干式处理，保证排气温度不超过 70℃。

(6) 排出的废气中，一氧化碳含量体积浓度须小于 0.1%；氮氧化物含量体积浓度须小于 0.08%。废气进入大气前，要经过不小于 15 倍排气量的新鲜空气的稀释。

(7) 外露部分禁止使用铝、镁、钛含量超过 15% 或镁、钛含量超过 6% 的轻金属制造。



(8) 柴油机具有超温、超速、机油欠压、瓦斯超限等自动报警装置。

具有上述结构和性能的柴油机, 必须经过质量监督检验部门对防爆性能和净化指标进行严格的检验合格后, 才能在煤矿井下使用。

基本结构 主要结构与架线机车近似, 由司机室、车盘、轮对、动力部、传动部、制动部、操纵系统、撒砂系统、保护系统、照明装置及警笛组成。采用防爆柴油机作动力, 柴油机的运转不可逆, 必须采用机械换向装置, 以保证双向等效行驶。速度变化采用变挡换齿实现。传动形式多采用机械传动或液力传动。对于液力传动, 配以液力变扭器的调速性能, 可以实现分挡无级调速。采用机械传动时, 防爆柴油机输出轴通过防爆离合器与变速换向箱连接, 再由链条传到轮对轴上, 驱动车轮运转。制动采用手动螺旋式。

防爆柴油机车要装设柴油机起动装置和照明用电。在井下大巷运行的可以采用防爆电动机起动, 起动直流电源由防爆特殊型蓄电池供给, 蓄电池还供给机车照明及保护系统用电。柴油机还带动一台直流防爆发电机, 供防爆特殊型蓄电池充电。由于铅酸蓄电池在充电过程中要产生氢气, 而氢气是爆炸性气体, 因此这种蓄电池还装有消氢帽, 使用铂做催化剂, 促使氢氧化合成水。进入采区巷道行驶的防爆柴油机车, 禁止使用电起动器, 可以采用压缩空气起动、弹簧起动或液压起动。使用压缩空气起动的机车, 柴油机还要带动一台水冷式空气压缩机。使用液压起动的要装设液压起动系统。

英国在 1959 年制造出第一台防爆柴油机, 并应用于煤矿井下。中国于 1984 年生产出煤矿使用的 30kW 防爆低污染柴油机车。

(赵维刚)

fangbao dianling

防爆电铃 (explosion-proof electric bell)

利用电磁振动原理产生音响, 具有防爆性能的电器。通过电磁振动, 由衔铁联动的铃锤打击铃碗而发声。此类产品都有安全的防爆外壳和引入装置, 适用于煤矿井下。类似的还有蜂鸣器与电笛, 通过电磁振动产生不同频率的音频声响。

在煤矿, 常以它们作为联络的电气信号源, 是用于提升、调车、报警、控制等中、远距离信号传递的声源设备。

电铃分两种形式, 即连击式与单击式。它们都是由磁铁、线圈、衔铁、弹簧、连动轴和铃锤等组成动作系统。连击式衔铁无短路环, 当电源接通时, 电铃按电流

频率击打出连续声响; 单击式衔铁有短路环, 声响次数与通电次数对应, 操作者可以声响次数表达不同的联络信号。由于电磁系统有涡流, 磁滞损耗而发热, 一般都为工作 15min, 间隙 20min 的短时工作制。通过调节铃锤与铃碗的相对位置, 在 1m 范围内可得到大于 80dB 的声响, 有效的声响传递半径可达 150m。

(万邵珀)

fangbao dianqi shebei

防爆电气设备 (electrical apparatus for explosive atmospheres) (见安全卷)。

fangbao dianqi shebei guanli

防爆电气设备管理 (management of electrical apparatus for explosive atmospheres) 对煤矿各型防爆电气设备从选型、使用维修、检查、修理进行的组织和管理的工作。随着煤矿机械化程度的提高, 井下使用的防爆电气设备也越来越多, 如果管理不善, 电火花引起瓦斯、煤尘爆炸, 将给国家财产和职工生命安全带来严重后果。加强井下防爆电气设备管理, 使其经常处于良好状态, 对实现煤矿安全生产, 具有特别重要的意义。

防爆电气设备类别 防爆电气设备分为两类, 煤矿井下用防爆电气设备为 I 类, 工厂用防爆电气设备为 II 类。按不同要求采用的防爆型式有 9 种: ①隔爆型 “d”; ②增安型 “e”; ③本质安全型 “i”; ④正压型 “p”; ⑤充油型 “o”; ⑥充砂型 “q”; ⑦无火花型 “n”; ⑧浇封型 “m”; ⑨特殊型 “s”。

主要内容 ①选型: 煤矿井下电气设备选型原则是按区域和瓦斯等级不同, 选用不同的防爆型式。对安装在煤(岩)与瓦斯突出矿井和瓦斯矿井总回风道、主要回风道、采区回风道、工作面和工作面进、回风道的电气设备, 除不允许选用增安型外, 其它防爆形式的电气设备均可选用。对于安装在瓦斯矿井翻车机硐室和采区进风道的电气设备, 选用矿用防爆型设备; 对于安装在瓦斯矿井井底车场、总进风道或主要进风巷的电气设备, 可选用矿用一般型设备。②使用: 防爆电气设备下井前要经防爆检查员检查, 签署合格证才能下井。防爆电气设备在井下使用时, 操作和维护人员要进行巡视和检查, 经常保持其防爆性能, 发现问题要及时处理。设备失去防爆性能, 要追查有关人员责任。③实行专业化管理: 建立防爆检查、电气管理、小型电器和电缆管理组。电气管理、防爆检查组负责防爆电气设备到货验收、设备入井和井下防爆性能巡回检查, 各种保护



的整定管理和增、减负荷的审批工作。小型电气和电缆管理组从小型电器和电缆编号、入帐开始,对发放、回收、修理、试验和报废进行全面管理。④修理:对上井的电气设备,全部入厂检修。检修工人要经过培训,熟悉设备防爆性能,对检修质量负责。⑤建立各项管理制度,实行规范化管理,包括:防爆电气管理制度;设备检查、维修制度;停电检修制度;包机制和岗位责任制等。⑥建帐立卡、实行图、牌板(计算机)管理,包括绘制井下供电和各采区配电系统图。掌握各种防爆电气设备的分布、使用情况,了解设备动态以及在发生事故时,制定正确的处理措施。

(何振杰)

fangbootisheng jiaochē

防爆提升绞车 (mine winder for explosive atmospheres) 安装在井下有瓦斯和煤尘等爆炸危险环境中的提升机械。

防爆提升绞车按拖动方式可分为电动和液压两大类。前者又可分为电动机转子外接电阻调速、电动机定子变极调速、晶闸管变频调速和单机与双机差动调速等形式;后者可分为低速大扭矩液压马达直联型、高速小扭矩液压马达经行星减速器连接型、行星差速泵控调速型和液力耦合器控制等4种形式。

电动防爆提升绞车一般是采用通用绞车配以防爆电器设备。美、英、日、澳大利亚等国自70年代就发展了液压绞车并日趋大型化,英国发展了15kW~225kW的系列液压绞车,日本的低速大扭矩马达防爆提升绞车功率达250kW,澳大利亚制造的液压绞车卷筒直径达2.8m。近年德国生产的150~200kW晶闸管变频调速电动防爆提升绞车,电控系统简单、体积小、设备重量轻并且电控散热良好。中国1980年制成第一台185kW电机转子外接电阻调速防爆提升绞车,同年研制了低速大扭矩液压防爆绞车,卷筒直径由1.2m到2.5m;1982年底制成与1.2m绞车配套使用的双鼠笼隔爆电机;1985年制成液力耦合器调速的1.2m防爆绞车。交交变频异步电动机传动的防爆绞车的研究亦取得了很大进展,但液压绞车仍为主流。

双机差动调速防爆提升绞车 采用两台防爆鼠笼电动机与差速器配合控制,从而达到逐档加速起动和逐档减速停车的目的。传动原理如图1所示。操纵时分为主电机制动不旋转、副电机不转和主、副电机皆转3种情况。副电机选用双速电机、起动过程中只需改变主、副电机的旋转方向和转动、闸住等状态,就可获得多档速度起动,并可在任一档作长期运行。

低速大扭矩液压马达直联型防爆绞车 通过笼型

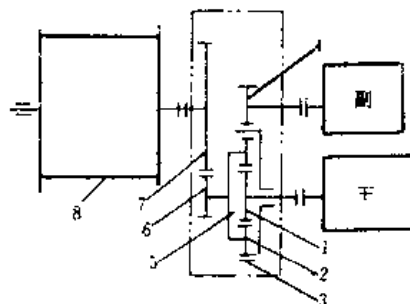


图1 双机差动调速原理

1—太阳轮;2—行星轮;3、4、6、7—齿轮;
5—行星架;8—卷筒

防爆电动机拖动变量泵旋转,该泵与低速大扭矩液压马达构成封闭回路。改变主泵的输出油量或油流方向时,液压马达的运转即产生相应变化,实现卷筒的增速、减速、停止或反转。早期生产的此类型液压防爆绞车虽具有良好的防爆及调速性能,但效率、噪声、维修工作量等方面不尽人意。中国已有卷筒直径为2.5m的此类产品。

高速小扭矩液压马达经行星减速器连接的液压防爆绞车 利用高速小扭矩液压马达效率、噪声、寿命等均较优的特点,由一台高压泵和多台高速液压马达组成封闭回路,高速液压马达经行星减速器传动卷筒,以液压控制系统改变高压泵的流量来实现调速。油泵电动机为鼠笼型,其系统如图2所示。中国1992年生产的此类型防爆绞车卷筒直径达2.5m。

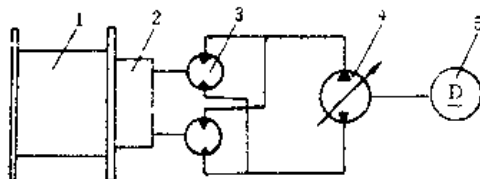


图2 高速多个小扭矩液压马达经行星减速器连接的液压防爆绞车原理图

1—卷筒;2—行星减速器;3—液压马达
4—高压泵;5—电动机

行星差速泵控调速型液压防爆绞车 绞车的调速利用功率分流调速原理,将电动机的功率通过行星差速器传给卷筒和液压泵。绞车在调速过程中通过调节液压泵回路中节流阀的过流面积,以改变泵的流量,从而改变其转速,达到绞车调速的目的,其原理如下页图3所示。

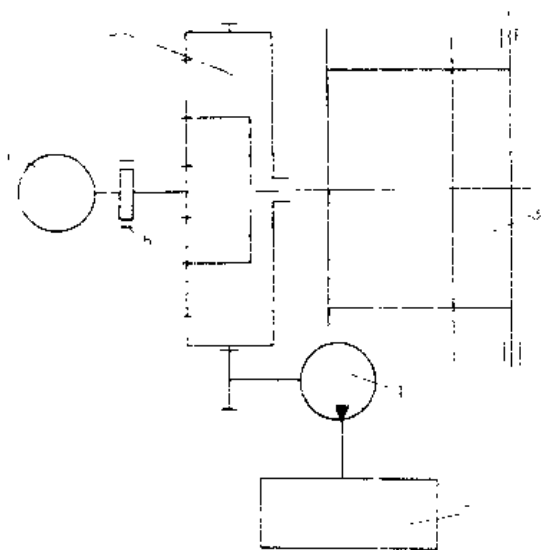


图3 行星差速泵调速原理图

1—电机；2—行星差速器；3—卷筒；4—液压泵；
5—液压控制系统；6—小抱闸

启动过程：提升重物时，启动控制油路系统，松开主电机与行星差速器轴之间的小抱闸，在提升机卷筒盘式闸处于制动的状态下启动主电机，带动调速泵全速转动；在松开盘式闸的过程中，控制调速泵的转速，使卷筒加速，当调速泵的转速为零时，卷筒的转速达到最大值而作等速运行。

液力耦合器调速型防爆绞车 采用鼠笼型防爆电动机带动调速型液力耦合器上的泵轮旋转，从而使卷筒转动。这种绞车的防爆性能好、结构简单，但低速时效率较低、容易发热，且下放制动性能不好，故未获推广。

(夏荣海)

fanghu dengji shiyan

防护等级试验 (class of protection test)

在专用试验设备上或用专用器具对电工电子产品试件的外壳防止外界固体异物及防止水进入壳内的能力进行的试验。目的是考核电工、电子产品防止人体触及或接近壳内带电部份和触及壳内的运动部件、防止固体异物进入产品外壳内部的能力以及防止水进入产品外壳内部而引起有害影响的能力，并通过试验确定电工电子产品外壳的防护等级。

分类 可分为防止固体外物和防水两种防护形式。

防固体外物防护形式 可分为七级。0级：无防护；1级：防止大于50mm的固体异物；2级：防止大

于12mm的固体异物；3级：防止大于2.5mm的固体异物；4级：防止大于1mm的固体异物；5级：防尘（进尘量不足以影响试件的正常工作）；6级：尘密（无尘埃进入）。

防水防护形式 可分为九级。0级：无防护；1级：防滴（垂直滴水无有害影响）；2级：15°防滴；3级：防淋水（与垂直线成60°范围内的淋水无有害影响）；4级：防溅水；5级：防喷水；6级：防海浪；7级：防浸水影响；8级：防潜水影响。

使用设备 有专用器具、粉尘试验箱、滴水设备和淋水装置等。

专用器具 各种规格的钢球、钢棒（丝），钢球直径为50mm、12mm；钢棒（丝）直径为2.5mm、1mm。

粉尘试验箱 由箱体与控制盘两部份组成，箱体为一个密封金属槽，设有观察窗，试件安装在可旋转180°的框架上。控制盘配有真空泵、积分流量计、压力表、压风机等。可控制粉尘气流的速度、流量和试件内外压差等，粉尘一般采用能通过筛孔尺寸为75μm、筛丝直径为50μm的金属方孔筛。

滴水设备 为一个底部有针管状滴孔的储水槽，并能产生每分钟3至5mm的降水量。

淋水装置 由摆管与转台两部份组成，摆管在中心点两边各60°角的弧段内布有多个喷水孔，并能以60°/s的角速度向两边摆动，以形成各种角度的淋水与溅水。试件安装在转台台面上，转台可绕其垂直轴转动，使试件各个部位都能受到淋水与溅水。水由压力泵供给，水压约为80kPa。

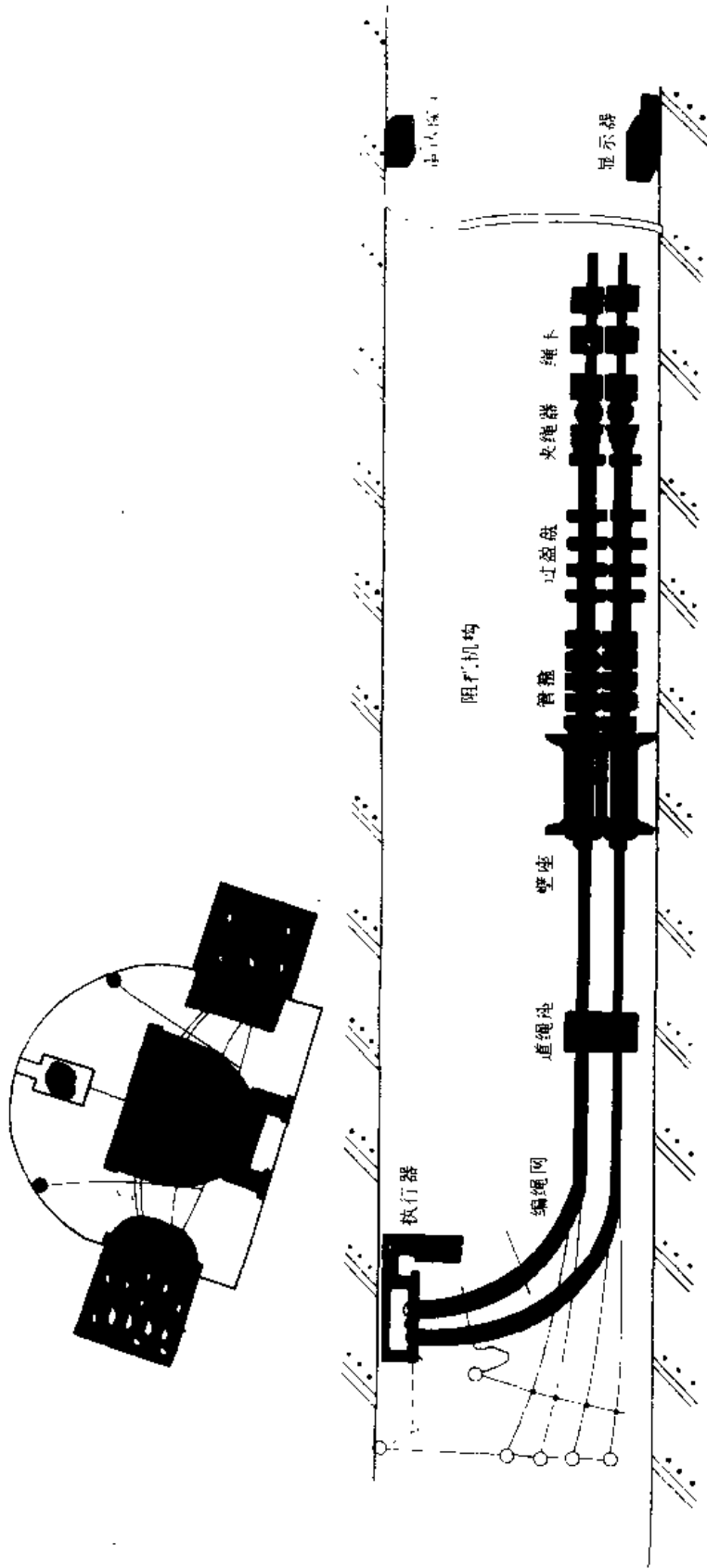
试验方法 根据电工电子产品的技术要求确定其试验等级、试验强度、时间，随后在该级的试验设备上安装好试件进行外壳防护等级试验。试验后的质量考核指标为：试件的通电工作不受影响，耐压试验符合有关标准要求，外壳内无明显影响试件工作的积尘、积水。

(王均泰)

fangpaoche zhuangzhi

防跑车装置 (bull) 防止矿车超速运行或提升钢丝绳断裂时矿车下滑造成事故的装置。通常用于煤矿倾斜井巷轨道提升运输中，分斜巷上口设施和斜巷内设施两类。防跑车装置，按操作方式有手动、机械联动、电（光）测电控等；按结构形式有杆式阻拦、门式阻拦、网式阻拦等等（见下页图）。

斜巷上口设施 指斜井井口及变坡点以下一定长度内的安全设施，通常称为安全挡、挡车栏或挡车器。



防跑车装置



一般由操纵和挡车两部分机构组成,操纵常用手把连杆、矿车碰撞联动或绞车联控控制,挡车机构多为型钢结构。

斜巷内设施 设于斜巷上部及下部或沿巷隔段设置的安全设施,俗称“捞车器”。防跑车装置均为自动控制,当矿车超速下滑时能实现自动监测、信号控制并及时阻拦矿车。主要由超速显示、信号接收及拦车保护3部分组成。

工作原理 20世纪70年代以前安装的防跑车装置结构形式虽各有不同,但动作原理基本都是:一旦发生跑车时,矿车超速碰撞吊杆,使碰撞杆摆动超过许可限度而碰脱连杆(绳),从而造成吊在井巷顶部的挡车棍(绳)下落拦车。也有的将超速机构与提升绞车深度指示器及速度控制器相联接,并设置电动控制的执行机构。

80年代开始,随着监测、显示、控制技术的发展,防跑车装置有了较大进展,如雷达监测防跑车装置。它由微波源产生雷达波(微波),经由喇叭天线发向斜井井巷空间作探测信号,电磁波遇到运行矿车将反射电磁波由喇叭接收天线接收进入环形器和检波器,输出信号送入显示器,经数据处理后,直接显示出矿车的速度。当矿车超过给定速度,中间继电器动作,电磁铁吸合,同时由拉杆传动自动摘钩,执行器吊架的托杆脱离,使保护钢丝绳迅速下放拦住跑车,并利用钢管滑动摩擦和钢丝绳的弹性变形对跑车进行缓冲,完成阻拦跑车的功能。

(王荣相)

fangzhuiqi

防坠器 (safety catcher) 当提升钢丝绳或连接装置断裂时,使罐笼平稳可靠地支承在罐道或制动钢丝绳上,防止提升容器坠落的保护装置。防坠器通常与单绳提升容器配套使用。中国矿业法规要求在提升人员的单绳提升容器上必须安装防坠器。

工作原理 防坠器一般由启动机构、传动机构、抓捕机构和缓冲机构四部分组成。

启动机构,一般为弹簧。当发生断绳事故时用以防坠器的机构。

抓捕机构,用来抓住支承物并使下坠的罐笼悬挂在支承物上的机构。

传动机构,一般为杠杆系统。它是传动抓捕机构使之动作的机构。

缓冲机构,一般与抓捕机构联合工作,用以调节制动力,吸收下坠罐笼的动能、限制制动减速度的机构。

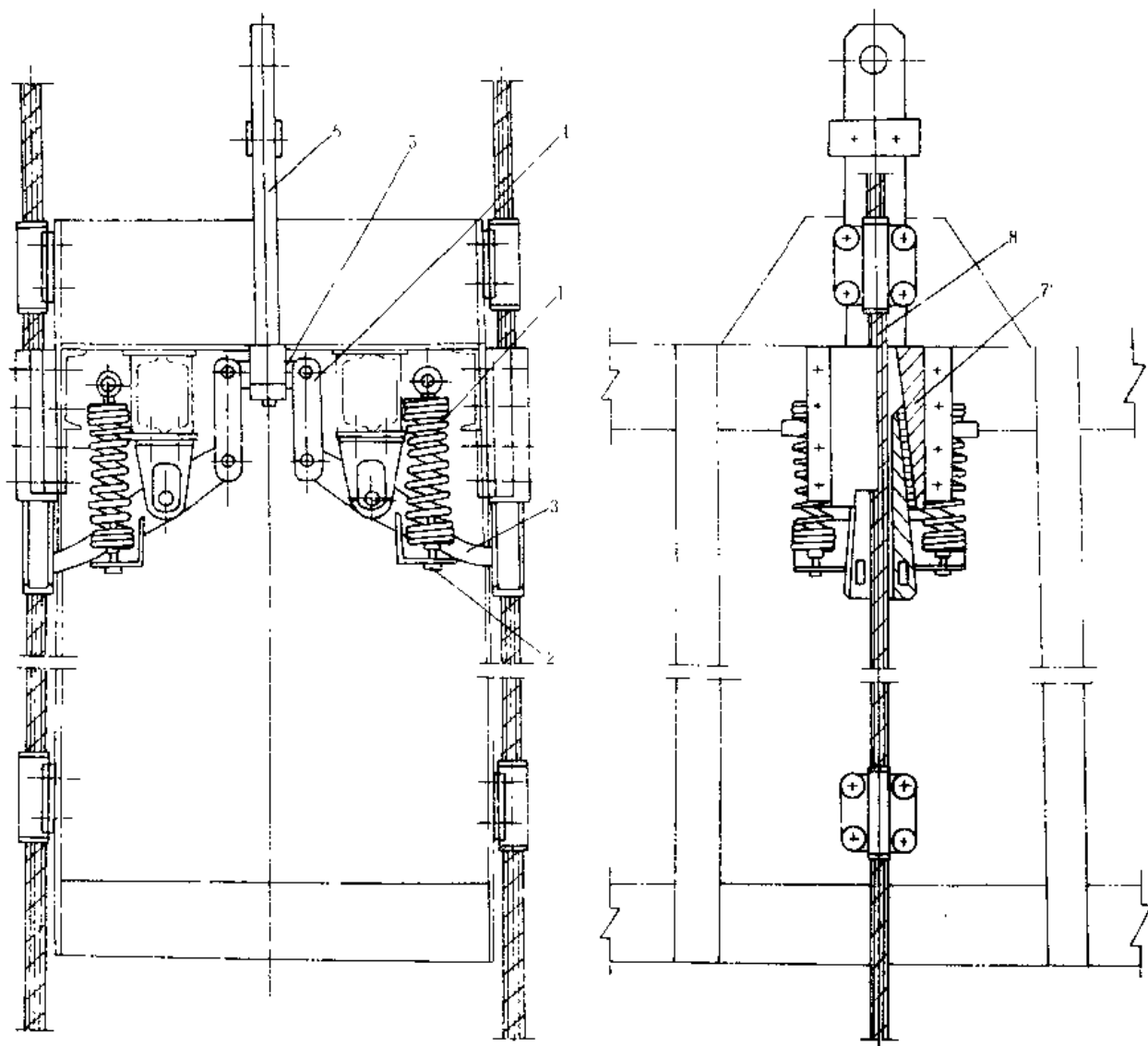
抓捕机构与缓冲机构可以是联合作用的,也可以设置单独的缓冲机构。在正常提升时,由于提升钢丝绳张力的作用,启动机构的弹簧被压缩(或拉伸),传动机构及抓捕机构都处在初始位置,不妨碍罐笼运行。当提升钢丝绳断裂时,由于钢丝绳张力消失,弹簧便自动释放,传动机构推动抓捕机构,使之作用于罐道或制动钢丝绳,并通过缓冲机构吸收下坠罐笼的动能,使罐笼平稳可靠地停住。

分类 根据井筒装备的不同,防坠器主要有木罐道防坠器、钢轨罐道防坠器和制动绳防坠器3种。

木罐道防坠器 以木罐道兼作断绳时支承件的防坠器。结构型式很多,但都是采用弹簧启动机构和简单的杠杆传动机构,抓捕机构则采用带齿的制动爪。抓捕时,制动爪的齿刺入罐道木中,依靠对罐道木的切割阻力制动罐笼。每台罐笼一般有4个制动爪,分两组设在两根木罐道的两侧。制动爪有单齿和多齿两种,单齿为一平铲状,在制动过程中往往会将罐道木成块劈下,从而使制动力急剧下降。多齿制动爪的齿形一般为三角形,制动过程中在罐道木上切割出几排沟槽,对罐道木的整体损坏程度不大,制动力较为稳定。但在罐道木磨损严重或罐道梁等支承结构强度不足时,也有抓捕不可靠的情况发生。

钢轨罐道防坠器 以钢轨罐道兼作支承件的防坠器。有两种型式:一种是用于单侧钢轨罐道的凸轮式防坠器,另一种是用于双侧钢轨罐道的楔型防坠器。这两种防坠器都是靠摩擦阻力制动的。凸轮式防坠器由启动弹簧、传动杠杆、抓捕钢轨的凸轮和水平限力弹簧组成。凸轮对钢轨罐道的正压力取决于水平限力弹簧的变形,它也可以限制制动力的大小。楔型防坠器由启动弹簧、传动杠杆和抓捕钢轨的楔子组成,在楔子的摩擦表面上加工出许多横向沟槽以增大阻力。由于钢轨罐道的表面有时有油、水或污垢,有的区段也可能是干燥的,这些因素造成摩擦系数变化的幅度很大,因此,钢轨罐道防坠器的制动力都不太稳定,可靠性较差。

制动绳防坠器 以井筒中专门设置的制动钢丝绳为支承件的防坠器。对于钢丝绳罐道和刚性罐道的井筒均可适用。制动绳防坠器主要有滑楔式和滚动楔式。1980年以后,在中国的矿井中普遍采用滚动楔式制动绳防坠器。这种防坠器的启动机构、传动机构和抓捕机构3部分均设置在罐笼上,缓冲机构则设置在井架平台上,并沿井筒全长敷设制动钢丝绳。制动钢丝绳穿过罐笼上的抓捕机构,上端通过连接器与缓冲钢丝绳相连,下端直到井底水窝并用拉紧装置拉紧后固定。



滚动楔式防坠器的启动机构、传动机构与抓捕机构

1—拉伸弹簧；2—螺旋杆；3—杠杆；4—连板；5—横担；6—主拉杆；7—抓捕机构；8—制动钢丝绳

滚动楔式制动绳防坠器的启动机构、传动机构和抓捕机构如上图所示，由四条垂直布置的拉伸弹簧 1 和螺旋杆 2 组成启动机构，转动螺旋杆可调整弹簧的拉力。传动机构由杠杆 3、连板 4 和横担 5 组成。传动机构通过主拉杆 6 与提升钢丝绳相连，杠杆的端部插入抓捕机构下部楔子的方孔内。正常提升时，杠杆使楔子处于最低位置，此时弹簧受拉，断绳时，在拉伸弹簧的作用下，杠杆端部抬起，推动楔子上移，使之抓捕制动绳，抓捕机构采用楔形自锁机构，在楔子的斜面上设有一排滚子，外壳象一个长方形的盒子。抓捕时，楔子与制动绳间不产生相对滑动，提高了抓捕的可靠性，而抓捕后又很容易解脱和复位。

每台罐笼有两个钢丝绳螺旋缓冲器设置在井架平台上，缓冲器中有 3 个小圆轴和两个带圆头的滑块，缓冲钢丝绳在其间绕过，滑块的背面连有螺旋杆，转动螺旋杆便可以带动滑块左右移动，借以改变缓冲钢丝绳在小圆轴和滑块上的围抱角，从而调节缓冲力的大小。缓冲钢丝绳的结构要求选用交互捻的普通圆股钢丝绳，若采用同向捻或三角股钢丝绳时，绳股和钢丝会发生严重的松散现象，造成缓冲力不稳定，对制动性能有不利影响。

为了保证罐笼中人员的安全与健康，必须将罐笼的制动减速度限制在一定范围内。在不超过 0.2s 的极短时间内，减速度不超过 50m/s^2 对人体无害，一般不

宜超过 30m/s^2 。

国外有的学者认为没有一种装置能可靠地防止事故,因此,有的国家在矿业法规中不要求装设容器安全装置。但包括中国在内的多数国家在矿业法规或安全规程中明确要求在升降人员的单绳提升容器上必须装设可靠的防坠器。

(邵裕生)

fangdingmei zhijia

放顶煤支架 (sublevel caving hydraulic support) 用于放顶煤采煤工艺的专用液压支架。它可使支架上方被矿山压力或其它辅助措施所破碎的顶煤,通过放煤装置放入支架下方输送机(图1)。适用于开采厚度 $5\sim 20\text{m}$, 煤质中硬和中硬以下, 煤层节理、层理发育, 厚度变化较大的缓斜煤层。倾角大于 50° 的急倾斜厚煤层可采用水平分层放顶煤法。利用液压支架进行放顶煤开采可大幅度增加煤炭产量, 降低成本, 提高效率和放煤作业的安全性。但支架结构较复杂。

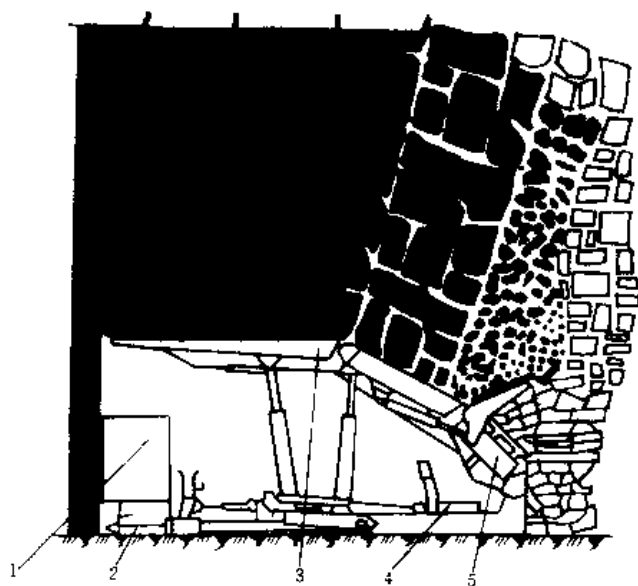


图1 双输送机放顶煤支架放煤过程示意图

1—采煤机; 2—前部输送机; 3—放顶煤支架;
4—后部输送机; 5—放煤装置

简史 1968年法国首先装备了世界上第一个放顶煤支架试验工作面, 70年代末期到80年代初期在一些国家得到推广。中国1983年首次研制并试验放顶煤液压支架, 90年代初已广泛应用并取得良好的经济效益。

分类 放顶煤支架按配备输送机台数可分为双输

送机式和单输送机式两种。

双输送机放顶煤支架 支架前、后方各放置一台输送机, 分别输送采煤机采落下的煤和由放煤装置放下的顶煤, 按放煤口位置又分低位和中位两种。低位放顶煤支架放煤口低, 设在支架的后底部, 放煤装置由尾梁、插板及千斤顶组成, 后部输送机布置在尾梁下方, 由液压千斤顶控制尾梁摆动和插板伸缩, 实现放煤口的启闭。中位放顶煤支架放煤口位于支架高度的中部, 支架的掩护梁上开有窗口, 窗口内设有放煤装置, 该装置由摆动插板与液压千斤顶组成, 有些支架为有利放煤还设有搅动棒。放煤口的启闭及其它动作均由液压千斤顶控制。

双输送机放顶煤液压支架由立柱、顶梁、底座、放煤装置、推移装置及液压控制系统等主要部分组成。其动作过程为: 采煤机割过后先拉后部输送机, 然后支架降架, 前移一步距后支撑顶板, 再利用放煤装置放顶煤, 完成一次工作循环。该支架的优点是采煤机割下的煤和放下顶煤的输送系统各自独立, 便于割煤与放煤工序平行作业, 通风断面较大, 工作面行人方便。缺点是配套设备多、工作面端头维护复杂, 端头部位实现放煤也困难。90年代初期低位放煤的双输送机放顶煤支架在中国使用效果较好, 由于煤尘少, 顶煤破碎充分, 放煤口大, 回收率高, 有推广应用的趋势。

单输送机放顶煤支架 又称高位放顶煤支架(图2)。支架的前方设置一台输送机, 输送采煤机采落下的煤和由放煤装置放下的煤, 放煤口在支架的掩护梁上, 其位置高。该支架由立柱、顶梁、掩护梁、后立梁、底座、推移装置、放煤装置及液压控制系统等主要部分组

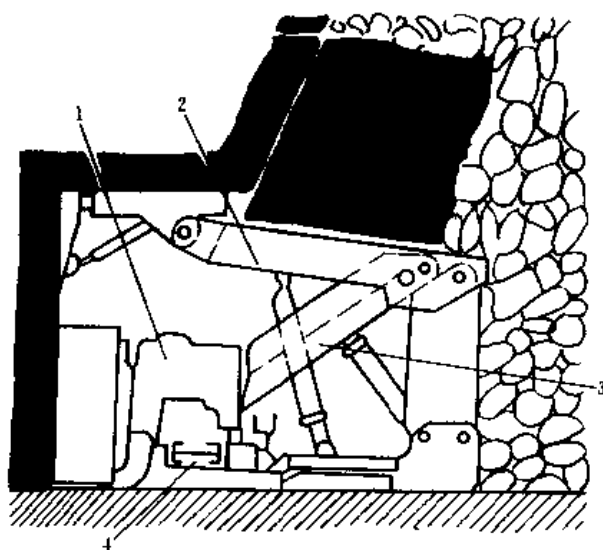


图2 单输送机放顶煤支架放煤过程示意图

1—采煤机; 2—放顶煤支架; 3—放顶煤装置; 4—输送机



成。其动作过程为：采煤机割煤后前移支架并支撑顶板，收缩后立柱使放煤槽落下，顶煤沿放煤槽流入输送机内；顶煤放完后，后立柱升起，关闭窗口，再将输送机前移一步距，从而完成一次工作循环。支架的放煤装置设在掩护梁的窗口内，由放煤槽和后立柱组成，后立柱控制放煤槽上、下摆动，从而关闭和开启放煤口。单输送机放顶煤支架配套设备少，工作面端头便于维护，但支架放煤时粉尘多，采煤和放煤两工序不便平行作业，因而推广面不大。

(张惠民)

fangding zhizhu

放顶支柱 (breaker prop) 又称切顶支柱。用垮落法放顶时支设于采煤工作面与采空区交界线上专为放顶面安设的特种支柱。通常与摩擦支柱或单体液压支柱配合使用，可替代木垛、丛柱、矸石带等。

适用范围 主要用于煤层厚度变化较小，顶底板较平整，顶板中等稳定以上，煤层倾角 $0^{\circ} \sim 15^{\circ}$ ，采高 $0.6 \sim 0.8\text{m}$ ，全部垮落法管理顶板和缓慢下沉顶板的工作面。采取防倒防滑措施，亦可用于倾角 $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 的中厚煤层工作面。

分类 按工作原理分为机械式和液压式两种。

机械放顶支柱 靠自身强度或摩擦力支撑和切断采空区悬顶的放顶支柱。工作特性为刚性或增阻式，移设和升降靠手工操作，如摩擦式、螺旋式、齿条式放顶支柱。这类支柱初撑力小、性能差、笨重、操作不便、劳动强度大。早已淘汰。

液压放顶支柱 又称墩柱。由单根立柱和单个推移千斤顶组成，以液压为动力实现升降、前移等运动的放顶支柱。按伸缩范围不同分为单伸缩和双(多)伸缩两种。按使用条件不同分为普通型和防滑型两类。

结构和工作原理 普通型放顶支柱由立柱、推移千斤顶和操纵阀三部分组成(见下页图)。立柱为带液控单向阀的单伸缩或双(多)伸缩液压缸，有的活柱还带机械加长段以增大工作行程。立柱是放顶支柱主要承载构件，位于工作面切顶线，用于支撑和切断顶板，工作阻力为 $600 \sim 2000\text{kN}$ 。使用时，立柱间距应与工作面输送机中部槽长度适应，通常为 1.5m ，也可按 1.5m 的整数倍布置。推移千斤顶为双作用液压缸，两端分别与工作面输送机和立柱连接。动作时可分别移动输送机和立柱。推移千斤顶工作行程 $700 \sim 1100\text{mm}$ 。立柱和推移千斤顶的动作都由操纵阀控制，常见的操纵阀为组合片阀或平面转阀等。

液压放顶支柱工作原理与液压支架相似(见液压支架)，不少原部件可与液压支架通用。利用泵站供给

的高压液作动力源，实现立柱和千斤顶的运动。用液体作工作介质传递力和载荷，安全阀保证立柱工作阻力恒定。支柱工作过程分为升柱—初撑—承载溢流，移输送机，降立柱，移立柱四部分。

普通型放顶支柱附加防倒防滑装置便成为防倒防滑型放顶支柱。防倒防滑装置有导轨式和连杆式两类。导向机构是导轨式必不可少的部件，使用时立柱沿导向机构运动，防止倾倒和下滑。连杆式由两根铰接在立柱上的上下连杆将两台放顶支柱连为一体。移动时两立柱互为支点，交替前移，立柱移动轨迹为弧线。操作顺序是 A 立柱为支点，B 立柱移半个循环进尺升柱；B 立柱为支点，A 立柱移一个循环进尺；再以 A 立柱为支点，B 立柱移半个循环进尺完成移柱过程。改变操作顺序和移动步距，可使立柱沿工作面倾斜方向上调或下移。

液压放顶支柱优点：①液压放顶支柱初撑力大，工作阻力通常为单体液压支柱的三倍以上，为摩擦支柱的六倍以上。②放顶效果好，能有效地管理顶板，消除采空区悬顶对工作面的威胁。③工作面放顶和输送机移动实现机械化，减少放顶事故。④支柱带有大顶盖、大底座、对顶、底板比压小，软底工作面也能发挥效能。⑤使用放顶支柱后，减轻了工作面支柱压力，单体支柱承受的载荷每根一般只有 $100 \sim 150\text{kN}$ ，单体支柱用量可减少四分之一以上。

液压放顶支柱缺点：①初期投资较单体支柱大。②使用灵活性、适应性不如单体支柱。③薄煤层工作面使用时有效空间减少，给行人和搬运带来不便。④支柱使用范围较窄，不能作为工作面基本柱使用。

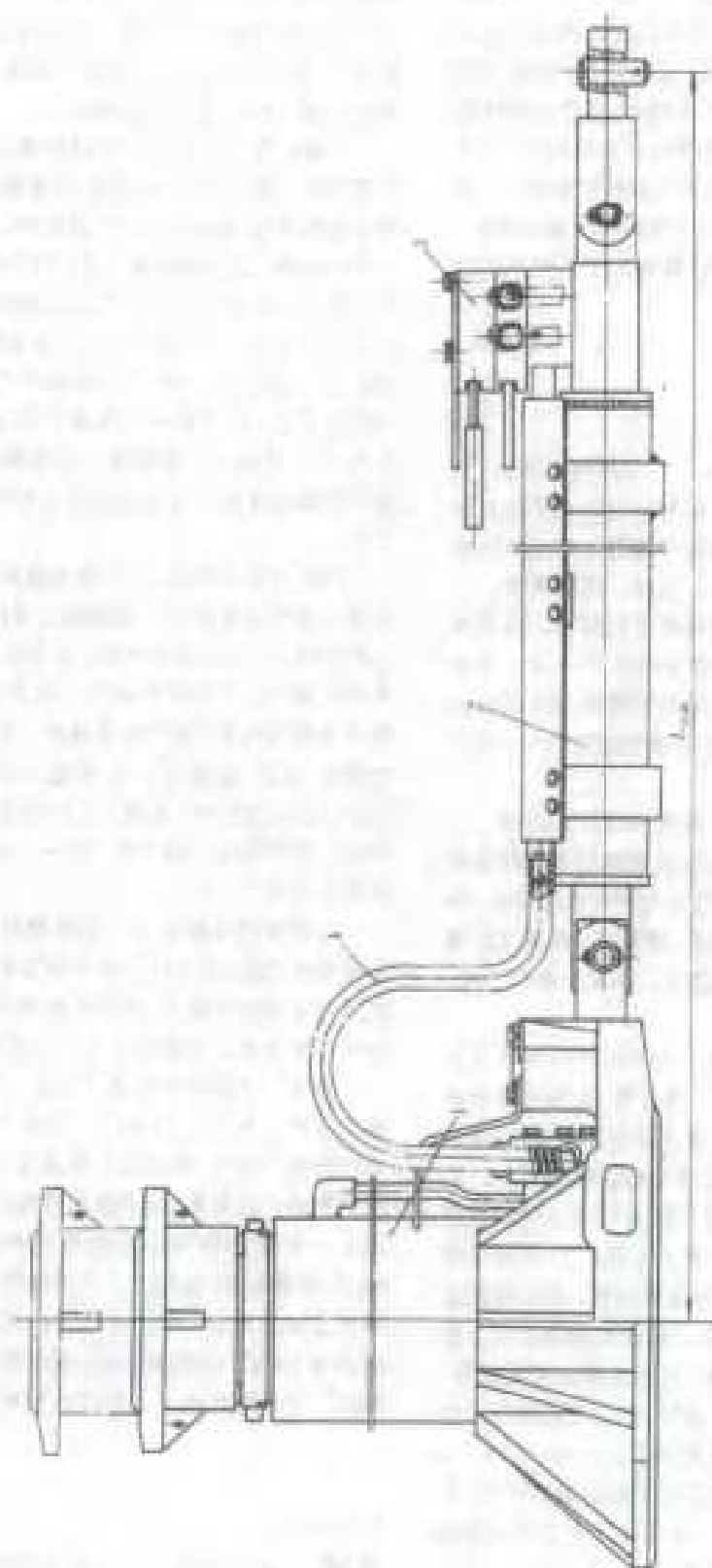
简史 早期使用的放顶支柱为不带推移装置的机械式支柱。本世纪 70 年代，苏联“卫星”型液压放顶支柱的推广使用，使放顶支柱获得了一定发展。随着液压支架的广泛应用，国外除前苏联外，其它国家已基本不用。中国 1984 年开始使用各种型号的液压放顶支柱，但用量不多，尤其在一些曾配用过放顶支柱的单体液压支柱工作面，改为在切顶排普通支柱间支设工作阻力为 300kN 的加强柱后，液压放顶支柱用量进一步减少，今后预计也不会有多大发展。

(叶道一)

fenggao

风镐 (air pick) 用压缩空气驱动的，使镐钎以冲击方式破落岩石或煤的手持机具。主要用于巷道整修、采煤、道路修筑及建筑工程等。气压约 0.3MPa ，冲击能 $35 \sim 43\text{J}$ ，冲击频率 $16 \sim 18\text{Hz}$ 。

基本结构 由镐柄、起动阀、冲锤、气缸、镐头、



高压反应装置

1—主柱；2—推杆子片；3—提压筒；4—高压腔

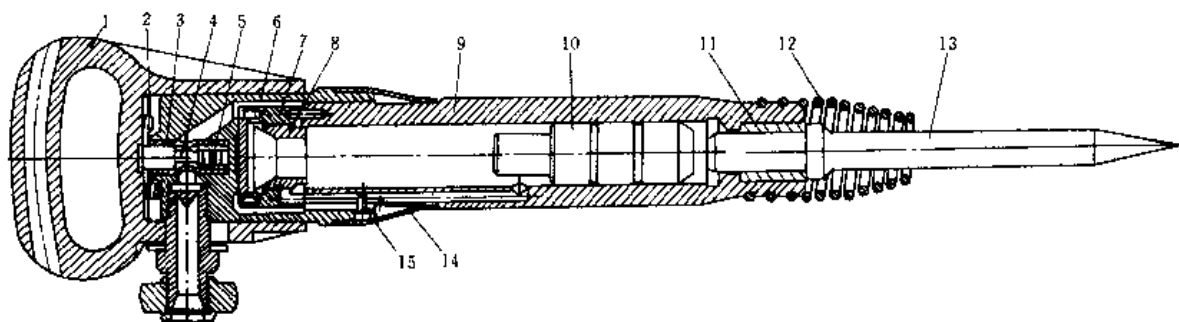


图 1 风锚结构

1—销柄; 2—销柄弹簧; 3—起动阀盖; 4—起动阀; 5—起动阀弹簧; 6—气缸头; 7—阀柜; 8—配气阀;
9—气缸; 10—冲锤; 11—杆套; 12—销杆弹簧; 13—销杆; 14—排气罩; 15—止动销

镐钎等组成(图1)。冲锤装在气缸内,配气阀装在阀柜内,阀柜用螺钉和定位销固定在气缸一端,气缸头内装有启动阀,气缸头与气缸用螺纹连接,由一个止动销防止螺纹松动,排气罩套在气缸与气缸头连接处,可以防止止动销窜出以及尘土从排气孔进入机体。镐柄套在气缸头外,两者之间装有镐柄弹簧,既可使镐柄在自

由状态时不致压下起动阀，又可减轻风镐工作时镐柄的振动。镐钎的工作头有多种形式，用于破碎时为锥形，用于铲平表面时为窄平口，用于掘土时可用平口或锹形。

工作原理 风镐的气路系统(图2)。冲击行程时,压缩空气从a孔进入气缸上腔(图2a),下腔通过b、c、d孔与大气相通,冲锤向下运动进入冲击行程,由于配气阀的f面与大气相通,配气阀在上腔气压作用下,处于下端位置,保证a孔处于开启状态。当冲锤向下运动越过b、c孔时,上腔与大气相通,上腔的压缩空气从b、c孔排出缸体,压力迅速下降,冲锤靠自身所具有的惯性冲击镐钎,使镐钎获得冲击能量。因为配气阀的e面一直处于高压状态,所以当上腔卸压后e面的气压推动配气阀上移换位,换位后a孔关闭,压缩空气经过e面从d孔进入气缸的下腔(图2b),此时冲锤在冲击镐钎后处于反弹过程,并由d孔进入的压缩空气推动加速返回。当冲锤上移至关闭b、c孔时,上腔形成密封腔,且随着冲锤的上移压力递增,当冲锤继续上移至越过b、c孔时,下腔与大气相通,配气阀的e、f面压力下降,配气阀受上腔气压作用下移换位,a孔又被打开,压缩空气进入上腔,冲锤逐渐停止,转入下一周期的冲击行程,如此周而复始不断冲击。使用风镐时,操作者对镐柄施加轴向推力,将起动阀压下,打开进气孔,压缩空气即从进气连接管经过气缸头、阀柜、配气阀进入气缸,推动冲锤往复冲击,将能量传递给镐钎以破碎岩(煤)。当不向镐柄施加轴向推力时,在镐柄弹簧和起动阀共同作用下,起动阀复位,并闭进气孔,风镐停止工作。为防止空打,当镐钎未受轴向推力或未安装镐钎时,冲锤向下冲击后,即堵住d孔,使冲锤不再返程,风镐停止工作。

(溫紹基)

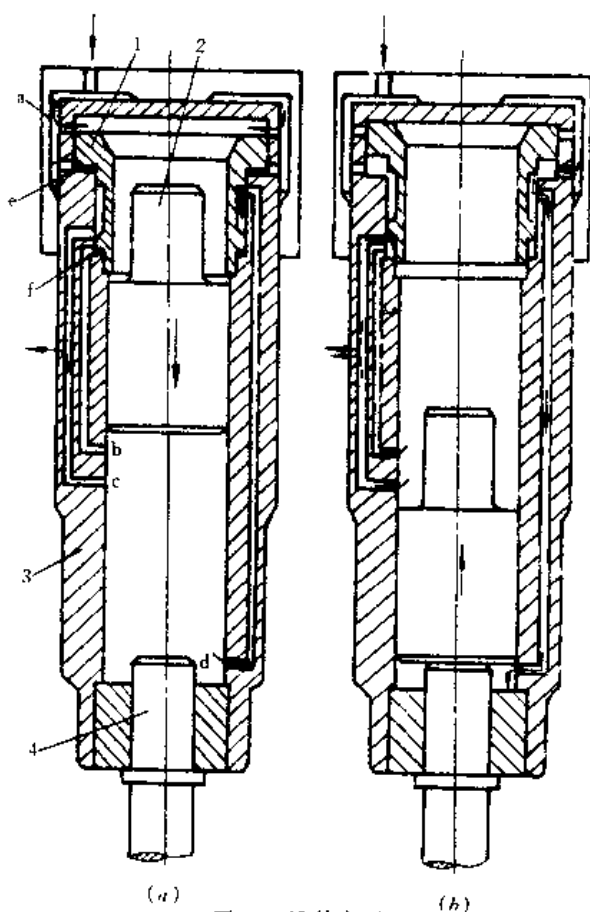


图 2 风镐气路

a —冲击行程； b —回程行程

1—配气阀；2—冲锤；3—缸体；4—撬杆

G

gangsheng qianyin daishi shusongji

钢绳牵引带式输送机 (cable belt conveyor)

用钢丝绳作牵引件, 输送带作承载件的带式输送机。用于井下或地面输送煤炭、矸石等散状物料和运送人员, 能适应地形起伏, 是实现单机长距离输送的主要机种之一。它单机运距长, 输送带寿命长 (一般为 10 年), 消耗动力少, 机器重量轻, 适应范围广。但驱动部及张紧部结构庞大, 钢丝绳及托绳轮衬垫寿命短, 成槽性差, 对局部过载敏感, 易掉带等。

工作原理 驱动装置通过驱动轮带动沿输送机两侧布置的无级钢丝绳在托绳轮上运行。输送带藉两侧的耳槽搭在钢丝绳上, 靠摩擦力使其与物料一起随钢丝绳运动, 绕经卸载滚筒时将物料卸出, 返回的空带通过耳槽搭在回程钢丝绳上, 一起运行至机尾张紧滚筒, 形成闭环。输送机两端均有分绳装置和上绳装置, 使输送带与钢丝绳脱开或楔合, 以便两者分别绕过各自的两端滚筒 (或绳轮)。

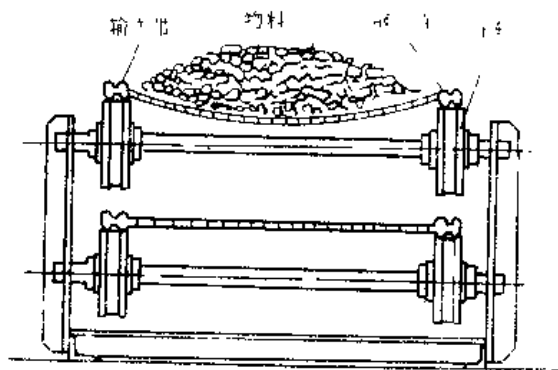
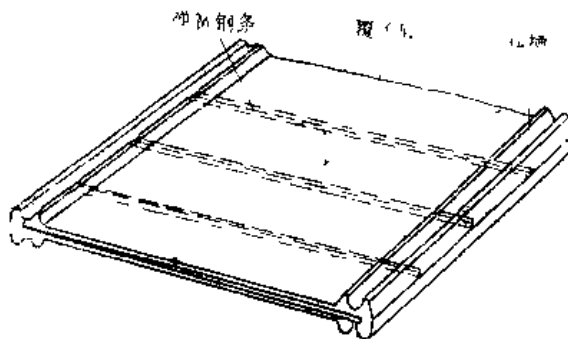
基本结构 由驱动装置、钢丝绳、托绳轮、输送带等组成 (见图)。

驱动装置 运料、运人和检验钢丝绳时要求不同的线速度, 驱动装置需满足变速的要求。两根牵引钢丝绳线速度应同步, 承载要均衡。由于驱动电机外特性有差异, 驱动轮直径有偏差等原因均会导致两绳线速度不同步与受力不均。因此, 交流驱动时常设有差动机构调节使之均衡, 通过可控硅串级调速装置或双速电机加慢速传动装置实现变速; 直流驱动时用可控硅控制实现平稳起动及无级调速, 用双机串联达到与差动机构相同的调节功能。

钢丝绳 承受牵引力的元件。在运行中绕经各种绳轮, 受到频繁的弯曲和挤压, 接头处最易损坏。接头必须插接, 长度为绳径的 800~1000 倍, 直径不得超过原绳径的 10%~15%。选用 X 型线接触 (外粗式), 钢丝绳寿命较长, 其特点是外表钢丝粗、耐磨, 内层钢丝细、柔软, 弯曲性好。表面镀锌或涂高摩擦系数的油脂, 可增强抗腐蚀能力。采用同向捻, 不会松散。

托绳轮 用于支承牵引钢丝绳, 直径一般为绳径的 8~10 倍, 分布间距取决于每个托轮的承载能力, 并保持钢丝绳垂度不超过托绳轮间距的 1%~2%。轮衬的材料应耐磨、耐压, 对钢丝绳损伤小。早期的托绳轮用铸钢制成, 对钢丝绳损伤严重, 后来在其外缘套装上尼龙或聚胺基甲酸酯轮衬, 钢丝绳寿命显著增加。国外轮衬寿命一般可达 4 年。

输送带 不承受牵引力, 只起支承物料的作用, 强度要求不高, 厚度一般不随机长增加。为增强横向刚



钢绳牵引带式输送机

a—钢绳牵引输送带; b—输送机断面

度,带内等距排列有弹簧钢条使其承载时保持一定的槽形。带两侧的耳槽分上、下对称和非对称两种结构形式,耳槽对称可以两面使用;耳槽非对称布置时,支点间距减小,钢条受力条件好,可减少脱槽机会,即便发生脱槽,输送带仍可能搭在牵引绳上,减少事故,运人时不易“咬手”。

简史与发展趋势 钢绳牵引带式输送机由英国首创。第一台样机于1954年8月投入生产运行。到80年代中期,全世界共制造了350多台,推广使用的国家近20个。中国首台钢绳牵引带式输送机于1968年11月投入生产运行,迄今中国已制造出100多台。由于存在钢丝绳、轮衬、钢条等三大易损件寿命低,维修量大,工人劳动强度高,以及驱动装置结构复杂、庞大,输送带成槽性差,装载量小,对局部过载敏感,易掉带等缺点,其使用量远低于钢绳芯带式输送机。

钢绳牵引带式输送机正继续向长距离、高速度方向发展。安装在澳大利亚最长的单机长度已达30.4km,安装在英国的单机年输送量为1000万t,最大提升高度为990m,单机最大功率为 $4375 \times 2 = 8750\text{kW}$,最大带速7.6m/s。英国并已研制出外包合成橡胶的钢丝绳,提高了使用寿命;还采用芳族聚酰胺纤维生产一种新牵引绳,其破断力与钢丝绳一样,但重量可减轻80%,耐弯曲疲劳的性能比钢丝绳高2倍以上。钢绳牵引输送带用两层钢丝网代替按一定间距分布的横向钢条,提高了输送带抗弯疲劳的寿命。输送带非工作面的耳槽间距缩小,使横向刚度增加,减少了掉槽的可能性。

参考书目

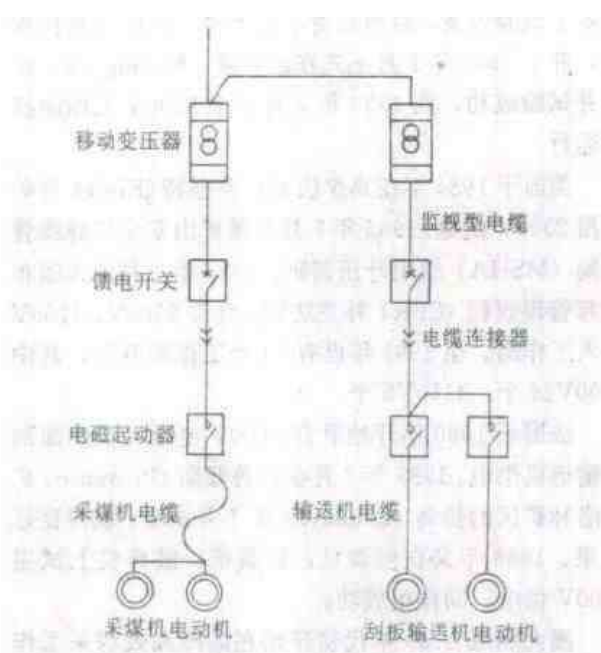
铃木光,四川谷楨三等;ベルトコンベヤの計画と管理,白亜书房,昭和42年。

(黄健章)

gaochan gaoxiao gongzuomian
gongdian xitong

高产高效工作面供电系统 (power supply system on high productivity coal face) 煤矿井下采煤工作面高产高效综采设备直接以额定电压2300V或3300V或4160V或5000V驱动的供电系统。通常由移动变电站(或移动干式变压器)、馈电开关、电磁起动器、电缆及其附件、电动机等组成(见图)。

简史 20世纪80年代以来,煤炭工业进一步实现了生产集中化,全力增加工作面单产,提高生产效率、降低成本。日产万吨煤的高产高效工作面不断涌现。高产高效综采设备的装机功率不断提高,采煤机最大功率已达1220kW,驱动电机最大单机功率达500~



高产高效工作面 3.3kV 供电系统图

600kW;工作面刮板输送机最大装机功率达1125kW,单机最大功率达525kW;顺槽胶带输送机最大装机功率达1350kW,单机最大功率达420kW;乳化液泵站最大装机功率达 $3 \times 190\text{kW}$;转载机和破碎机最大装机功率均达200kW以上。所以一个现代化的高产高效综采工作面总装机功率一般均在3000kW以上。为了减少搬家次数,充分发挥高产高效综采设备的能力,采区走向长度往往达2000m左右,工作面长度达250m左右,个别“超级”工作面尺寸达305×4400m。在这种情况下,现在综采设备采用的千伏级供电系统已不能适应,电缆截面过粗、电动机不能正常启动,唯一的办法是再次提高电压等级。世界各主要产煤国家根据各自的电压标准和矿用电气设备的制造能力,在进行了大量的试验研究,并经过技术经济的分析比较后,先后把高产高效工作面供电系统的电压等级提高到2300V、3300V、4160V或5000V。

南非是最早在工作面使用3300V供电的国家,1977年萨索尔(Sasoi)煤炭公司的赛昆达(Secunda)联合矿(年产3000万t)设计采用7个高产高效工作面,决定以3300V供电。为取得经验,1977年先在博斯杰斯帕洛脱(Bosjesspruit)矿前期投产的4台连续采煤机上试用3300V供电,运行良好,然后在高产高效综采设备上推行3300V供电。到1990年底,南非至少已有十多个工作面采用3300V电压,其电气设备大部分系英国制造。

英国早在1978年就提出了3300V供电的设想,



拟定了试验方案,后因经费不足未果。1986年再次提出,并于1989年2月正式在凯林莱(Kelling ley)矿下井试验成功,到1990年又有2个3300V工作面投入运行。

美国于1984年在宾夕法尼亚州基特(Kitt)1号矿使用2300V供电。1985年7月美国矿山安全与健康管理局(MSHA)组织升压调研。1988年7月正式颁布联邦管理规程(CFR)补充法规,允许2300V、4160V进入工作面。至1991年已有34个工作面升压,其中2300V26个,4160V8个。

法国于1980年开始研究5000V电压向工作面刮板输送机供电。1983年7月在普鲁旺斯(Provence)矿和洛林矿区的拉乌(Lahouve)矿下井试验、取得良好效果。1988年又在刨煤机、转载机、破碎机上试用5000V供电,同样很成功。

澳大利亚自80年代初开始在高产高效综采工作面使用3300V供电,至1989年底全国19个综采面中7个升压到3300V,占全部工作面的36%,其综采设备来自英、德、日等国。

中国从1988年起探讨高产高效工作面升压问题,经过认真调研分析,于1991年决定从1140V升压到3300V。1992年5月在晋城矿务局古书院矿第一个3300V工作面投入运行,其主要设备从英国、德国引进。

技术关键 高产高效工作面供电系统的电压等级已超过了国际公认的低压范围,加之煤矿井下环境条件恶劣、工况条件复杂、人员又要直接操作这些设备,从而需要解决一些技术关键,才能确保高产高效工作面供电系统的正常运行。

(1) 电压等级的确定 综采原来用千伏级供电(见1140V供电系统),进一步升压的电压等级各国都经过反复论证,普遍认为既要与本国标准电压等级衔接,又要满足运行要求,并有足够的发展余量。

(2) 安全保护措施 关系到人身和设备安全各国都给予充分的重视,特别是有关安全的技术参数都经过反复试验的论证才最后确定。同时在井下运行的基础上制订了相应的安全规程,从而确保高产高效工作面供电系统的安全运行。

(3) 电气设备的可靠性 高产高效综采设备是一套高度可靠的机电设备,任何非计划的停机停电都会带来巨大损失。因此对于电气设备要求具有高度的可靠性,在设计、制造、工艺、材质各个环节予以充分重视。通常开关类设备均带微型计算机,具有自检、故障诊断和显示功能。

(4) 人员培训上岗 高产高效工作面操作人员很

少,每个岗位必须有合格的、熟练的技术人员才能应付自如,因此上岗人员必须经过严格培训,具有良好素质才能最大限度地发挥效益。

(忻贤同)

gaodiwen shiyan

高低温试验 (high and low temperature test)

在专用试验箱(室)中,根据规定的温度及变化规律,对电工、电子产品试件进行的试验。考核或确定电工、电子产品在高温或低温环境条件下的贮存、运输和使用的适应能力。

分类 按试件散热条件、温度变化规律和空气循环方式进行分类。分为散热试件试验、非散热试件试验、温度突变试验、温度渐变试验、无强迫空气循环试验和强迫空气循环试验6种,根据试验要求进行不同组合。

散热试件高低温试验 在自然空气条件下试件温度达到稳定后,其表面最热点的温度仍高于周围大气温度5℃以上的为散热试件,否则为非散热试件。在试验中,散热试件所产生的热向周围环境大气散发,热传输是由对流、辐射和传导3种不同的机理来完成,其中对流散热在热交换中占主要地位,它受周围空气循环速度与气流作用方向的影响,因此试验中必须控制这两个因素的影响。

非散热试件高低温试验 如果环境温度是均匀不变的,且试件本身又不产生热时,热流的方向是:当环境温度较高时,热由环境大气流入试件;反之,热由试件流入环境大气。这种过程持续进行,直到试件的所有部份均达到周围大气温度时为止。考核电工、电子产品贮存、运输的适应能力时,需进行非散热试件的高低温试验。

温度突变高低温试验 试验箱温度先调节到规定的试验温度,然后投入试件进行试验。

温度渐变高低温试验 试验箱温度为环境大气温度时,先投入试件,然后逐渐调节温度使其达到试验温度。

无强迫空气循环高低温试验 用于散热试件的试验,因为较高的气流速度会影响试件性能的测试。

强迫空气循环高低温试验 用于非散热试件的试验。采用强迫空气循环,加快试验箱内气流速度可提高热交换率。

使用设备 在一个有效空间内,能提供试验所规定的温度的试验箱(室),试验箱(室)的温度可调,并装有温度传感器来监测温度。为了限制热辐射,箱(室)壁温度偏离规定的试验环境温度不应超过8%



(按绝对温度计算),箱壁应用热黑体,并采用液体循环来加热或冷却所有的箱壁,使其温度避免有较大的波动。试验箱(室)还装有强迫空气循环装置,气流速度应满足试验要求,并装有风速计测量气流速度。

试验方法 试验前应对严酷等级、初始测试、样品在箱内放置状态、中间测试、恢复条件、除去表面潮气措施、最后检测等作出具体规定。严酷等级是由温度值和周期数组合确定的,低温试验温度从 -65°C 至 -5°C ,优先选用值为 -65°C , -55°C , -45°C , -40°C , -30°C , -25°C , -15°C , -10°C , -5°C , 0°C , -5°C ;高温试验温度一般从 $+30^{\circ}\text{C}$ ~ 200°C ,优先选用值为 $+30^{\circ}\text{C}$, $+35^{\circ}\text{C}$, $+40^{\circ}\text{C}$, $+45^{\circ}\text{C}$, $+50^{\circ}\text{C}$, $+55^{\circ}\text{C}$, $+60^{\circ}\text{C}$, $+70^{\circ}\text{C}$, $+85^{\circ}\text{C}$, $+100^{\circ}\text{C}$, $+125^{\circ}\text{C}$, $+155^{\circ}\text{C}$, $+175^{\circ}\text{C}$, $+200^{\circ}\text{C}$ 。持续时间选取值为:2h, 16h, 72h, 96h。最后检测应在试验结束后立即进行。

(王均泰)

gaoya dianlan fujian

高压电缆附件 (high-voltage cable fitting)

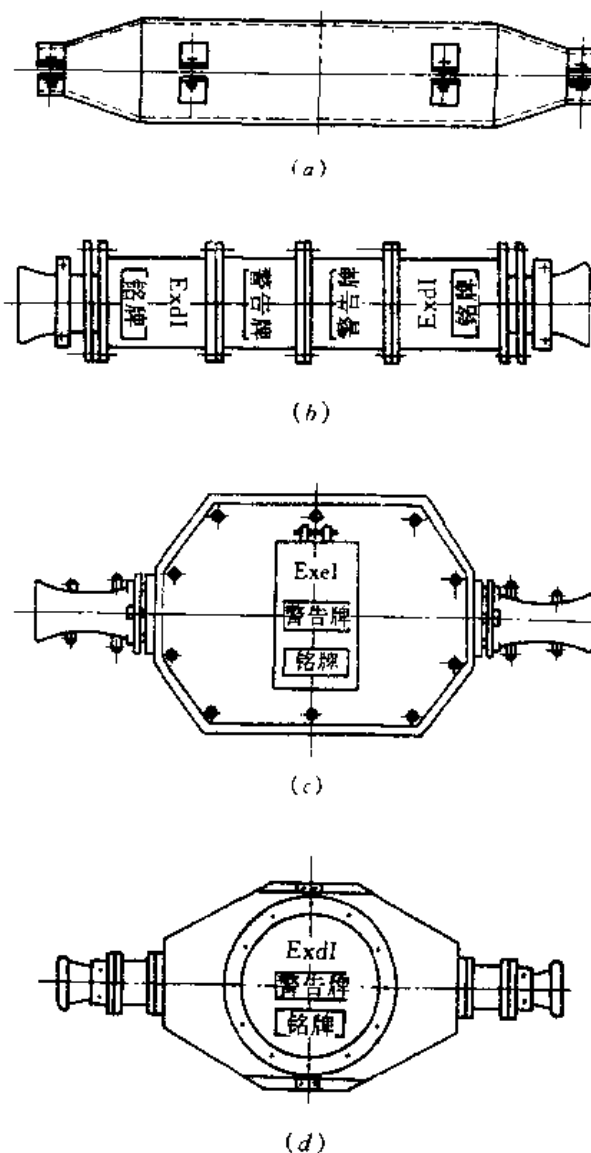
煤矿井下高压电缆线路中与矿用电线配套的附属装置总称。常用的有保护壳式铅封电缆接线盒,隔爆型高压电缆连接器,增安型高压电缆接线盒和隔爆型高压电缆接线盒等,如右图所示。

保护壳式铅封电缆接线盒 用于井下铠装电缆的连接,它与地面电力电缆接线盒无太大的差别。电缆连接后接线盒内用高压沥青绝缘胶或环氧树脂浇注、铅封外面用钢管(或铸铁)制成保护外壳,防潮性能好、使用寿命长、运行安全可靠。

隔爆型高压电缆连接器 用于井下高压屏蔽监视型橡套软电缆及高压屏蔽橡套软电缆的连接,或作为隔爆型高压电器设备电源引入和馈出用。电缆连接器为圆筒形插销式结构,外壳用无缝钢管与钢板焊接制成,内部装有耐热性、耐潮性、抗冲击强度均高的绝缘件和导电件。绝缘件与外壳的轴向定位靠弹性挡圈与壳内凸台配合,径向定位靠绝缘件上的键和壳内的凹槽配合,固定可靠。电缆连接器的插拔严禁带电操作。

增安型高压电缆接线盒 用于井下高压屏蔽监视型橡套软电缆的连接。其外壳用薄钢板焊接制成,各接合面用橡胶密封垫密封,防护等级为IP54,盒内连接件的绝缘件用吸潮性小高强度陶瓷,其上装有开口槽螺栓和有防松措施的螺母,被连接的电缆线芯牢固压紧在开口槽中。该接线盒重量轻、接线腔空间大、使用维护方便。

隔爆型高压电缆接线盒 用于井下高压屏蔽监视型橡套软电缆及高压屏蔽橡套软电缆的连接。外壳用



矿用高压电缆附件

- a—保护壳式铅封电缆接线盒;
- b—隔爆型高压电缆连接器;
- c—增安型高压电缆接线盒;
- d—隔爆型高压电缆接线盒

钢板焊接制成,盖与壳体之间采用螺栓紧固的隔爆面结构,两侧有放置高压电缆头的联节点及喇叭形电缆引入装置,盒内有供导体连接用的主接线端子和辅助接线端子。

(毛培珠)

gaoya guoliu baohu zhuangzhi

高压过流保护装置 (high-voltage over-current protector)

对于煤矿井下3~10kV的高压

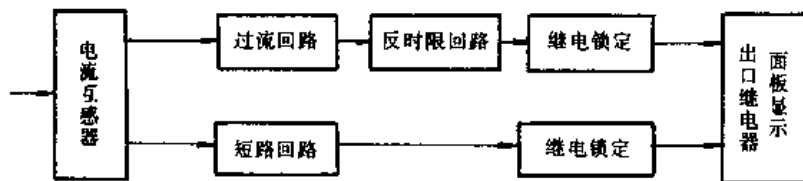


图1 工作原理方框图

电气设备, 当其电流超过整定值时与隔爆型高压配电装置配合作用于跳闸或与矿用一般型开关柜配合作用于跳闸或信号的安全保护装置。

工作原理 高压过流保护装置分电磁式与电子式两种。隔爆型高压配电装置目前主要采用电子式过流保护装置。保护装置安装在开关柜内, 装置本身及开关柜面板上除参数整定指示外还设有自检按钮及故障显示, 具有模拟故障试验及停电保持故障状态的功能。

电子式过流保护装置由电流互感器获取电流信号, 供给过载回路及短路回路, 再经反时限回路或直接由继电锁定输出到出口继电器作用于开关跳闸。其工作原理如图1所示。

保护特性 过流保护特性包括过载保护特性与短路保护特性两部分。高压过流保护装置在过载电流较整定电流大得不多时, 其动作时限与过载电流的大小成反比, 称过载反时限特性。在短路电流很大时通过短路保护装置可实现瞬动(又称速断)。定比反时限特性可按其与过载整定电流的关系分为有关与无关两种类型。前者特性曲线与过载整定电流及延时整定位置有关, 技术参数特性如图中2a所示。与整定电流无关的特性曲线则和低压过流保护类似, 技术参数特性如图中2b所示。

短路保护是瞬动速断, 即动作时间不大于0.1s。装置一般分档为: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10倍(额定电流为5A)。

选择性与复式电源 该类装置应用于电网中, 可利用其定比反时限特性进行纵向选择性过流保护, 以避免诸如电机起动电流等负荷瞬间冲击, 保证系统的可靠供电。该类装置一般还具备复式电源, 即正常电压时及负荷短路系统电压严重跌落时都保证装置的工作电源和跳闸脱扣电源, 这一特性提高了装置的可靠性。

供电系统发生故障时, 使距离故障点最近的保护装置动作, 切除故障设备或线路, 保证无故障部分继续运行。保护装置的这种特性称为选择性。在过流保护中上、下级之间通过选择不同延时或不同动作电流的方法可得到纵向选择性。当然在需要瞬动速断的场合, 装置也必须无选择地动作。选择性是为了提高供电的可

靠性。无选择性地切除故障, 将扩大事故停电的范围, 给煤矿生产带来不应有的损失。

高压过流保护装置一般的工作电源和脱扣跳闸电源由高压供电系统的二次电压供给。正常情况下的电源属电压源, 在系统发生相间短路故障时, 系统电压会

大幅度跌落, 电压源已不能满足装置要求, 此时利用短路电流经电流变换器转换成符合要求的工作电源及脱扣跳闸电源, 通常为电流源。高压过流保护装置中既具备电压源又具备电流源的性能称之为复式电源。这样大大提高装置的可靠性。

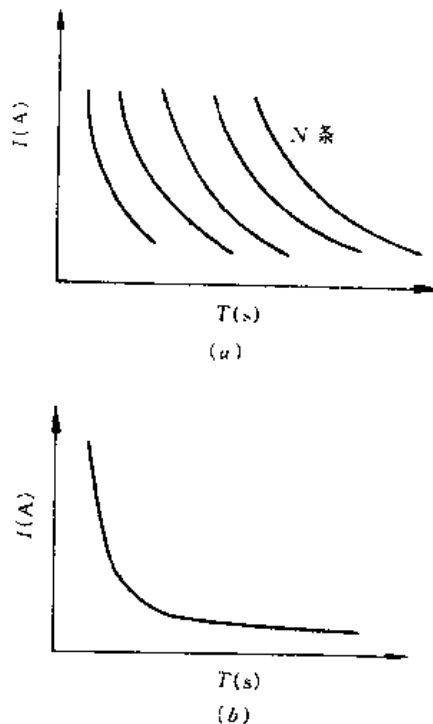


图2 定比反时限特性示意图
a—与整定电流有关; b—与整定电流无关

(郑美珍 王琳)

gaoya loudian baohu zhongzhi

高压漏电保护装置 (high-voltage earth-leakage protector)

煤矿井下3~10kV供电系统中发生单相接地或漏电故障时与隔爆型高压配电装置配合作用于跳闸或与矿用一般型开关柜配合作用于信号的防止触电和漏电的安全保护装置。这种装置能降低或减少单相接地时对人身、设备、生产安全带来的危

该装置安装在与其配合的隔爆型高压开关内或矿用一般型开关柜内,装置本身及开关柜面板上设有自检按钮及故障显示器,具有模拟故障试验及停电保持故障显示状态的功能。

按不同工作原理,井下高压漏电保护装置可分为功率方向型、零序电流型、绝缘监视型与谐波方向微机选线型4种类型。

功率方向型高压漏电保护装置 功率方向保护利用电流和电压两个信号判明电流流向(相位)的继电保护。用于多回路供电系统。中性点不接地供电系统发生单相接地时,电网出现零序电压。零序电压的大小等于电网正常工作时的相电压。非故障支路的零序电流大小为本线路的接地电容电流,方向由母线流向线路,超前零序电压 90° 。故障支路的零序电流大小为所有非故障线路零序电流之和,其方向由线路流向母线,滞后零序电压 90° 。以此来区分故障与非故障支路,这是功率方向型漏电保护装置具有选择性的基本原理。

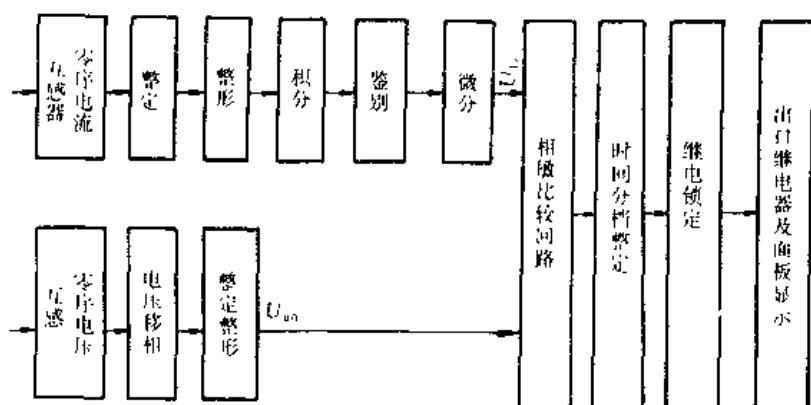


图1 功率方向型高压漏电保护装置原理方框图

如果不是单相金属性接地,而是经过了漏电阻接地,那么,零序电压的大小将小于相电压,且方向超前也小于 90° 。

该装置由零序电流互感器取得零序电流信号,同时由零序电压互感器取得零序电压信号,然后对这两个信号分别处理后进行相位比较。由于整个电网的零序电压是一样的。因此各个支路的零序电流与其比较后,就可以判断出故障支路来。

该装置原理方框图及相位比较波形如图1和图2所示。

该类型装置典型技术参数如下:一次零序电流从 $0.5\sim6.0\text{A}$ 分若干档,二次零序电压从 $3\sim25\text{V}$ 分若干档,延时时间从瞬动(小于 0.1s) $\sim1.5\text{s}$ 分若干档,

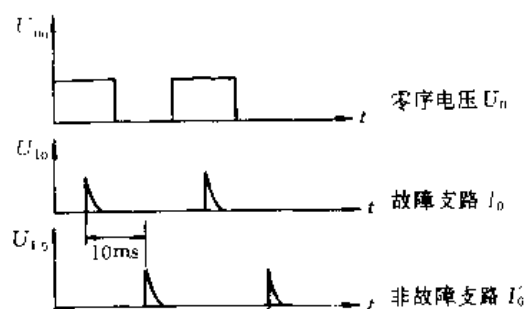


图2 零序电压和零序电流相位比较波形图

装置对零序电流互感器有相应的技术要求,这种装置灵敏度较高,选择性较好,这是它的突出优点。

零序电流型高压漏电保护装置 在中性点不接地供电系统中,当支路数大于2时,接地故障支路零序电流最大等于非故障支路零序电流之和,从而区分故障及非故障支路。这是电流型高压漏电保护装置具有选择性的基本原理。

该类装置由零序电流互感器取得零序电流信号,经整定、延时,驱动电路后由输出继电器作用于配电装置的跳闸机构。其原理方框如图3所示。

该类型装置典型技术参数如下:一次零序电流从 $1\sim8\text{A}$ 分若干档,动作时间从瞬动(小于 0.1s) $\sim1.5\text{s}$ 分若干档。此类型装置不需要零序电压信号,较功率方向型装置简单,但当故障支路的零序电流和非故障线路的零序电流值差别不大时,造成装置动作电流值不易整定。

其次,保护装置的動作值必须大于被保护线路本身对地电容电流值,这样可能使保护装置的動作电流较大造成保护装置的灵敏度降低。

绝缘监视型保护装置 在井下有些高压矿用橡套电缆的各主芯线绝缘层外分别包一层并总体包一层金

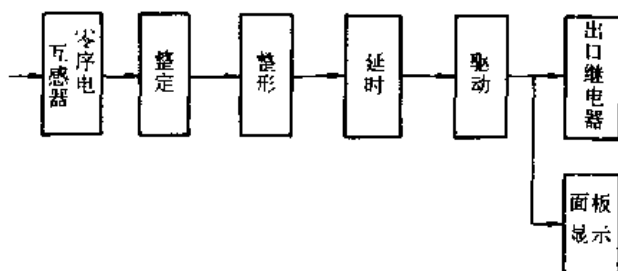


图3 零序电流型高压漏电保护装置原理方框图

属网或半导体橡胶的屏蔽层,称屏蔽监视型或双屏蔽电缆。由交流或直流检测监视回路及相应的终端元件对双屏蔽电缆监视线与地线之间的绝缘电阻和回路电阻进行检测并经故障自锁定单元处理,作用于开关,使其跳闸。其原理方框如图4所示。

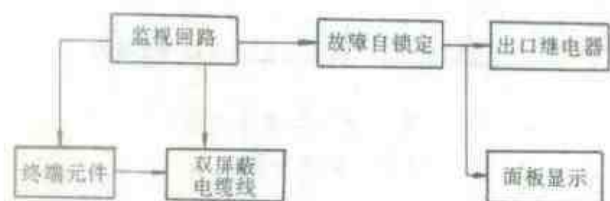


图4 绝缘监视保护装置原理方框图

中国该类装置典型技术参数如下:监视线与地线之间回路电阻大于 $1.5\text{k}\Omega$ 时应可靠动作,小于 $0.8\text{k}\Omega$ 时不允许动作;监视线与地线之间绝缘电阻小于 $3\text{k}\Omega$ 时应可靠动作,大于 $5\text{k}\Omega$ 时,不允许动作。动作时间不大于 0.1s 。

谐波方向微机选线型保护装置 随着矿井电网不断扩大,其单相接地电容电流值有的已远远超过规定的 20A ,因此中性点经消弧线圈等阻抗接地方式将逐渐广泛使用。而在经消弧线圈接地系统过补偿时,故障支路与非故障支路零序电流基本同相,但是总可找到某个 M 次谐波使故障支路 M 次谐波电流呈容性,从而使故障支路与非故障支路的 M 次谐波电流方向相反。借助微机快速处理采集的谐波电流信号可以判断接地线路。该项技术既适用于中性点不接地系统,也适用于经消弧线圈接地系统。预计与矿用一般型开关柜配合作用于信号,实现接地漏电选线后会提高动作准确率。

(郑美珍 王 琳)

gebao jiaoxian duanzi

隔爆接线端子 (flameproof terminal) 穿过隔爆壳体的内隔板或壳壁而保持隔爆性能的电气连接件。适用于隔爆型或增安型电气设备中贯穿二个空腔的主电路和控制电路。

基本结构 隔爆接线端子由导电杆、绝缘件以及防转件组合而成。导电杆与绝缘件以粘接、模压成一体形式或以圆筒隔爆接合面的形式达到防爆目的,接线端子与隔爆腔壁以圆筒隔爆接合面、螺纹隔爆接合面或平面隔爆接合面的形式达到防爆目的。下页图为几种隔爆接线端子示意图。

导电杆 连接电缆、电线的导体。材料可采用钢棒、黄铜棒或纯铜棒。电缆、电线与导电杆的连接方式

分三类:(1)焊接式(图a、f的钻孔端);(2)压板式(图c的上端);(3)螺纹压紧式(图b、e、g)等。导电杆的规格一般以其螺纹规格标称,系列为M4、M5、M6、M8、M10、M12、M16、M20、M24。导电杆的电流值由其规格和材质确定,一般可按表1选用。

表1 导电杆选用

材质	黄 铜					纯 铜			
规格	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24
电流 (A)	10	16	31.5	63	100	200	400	500	630

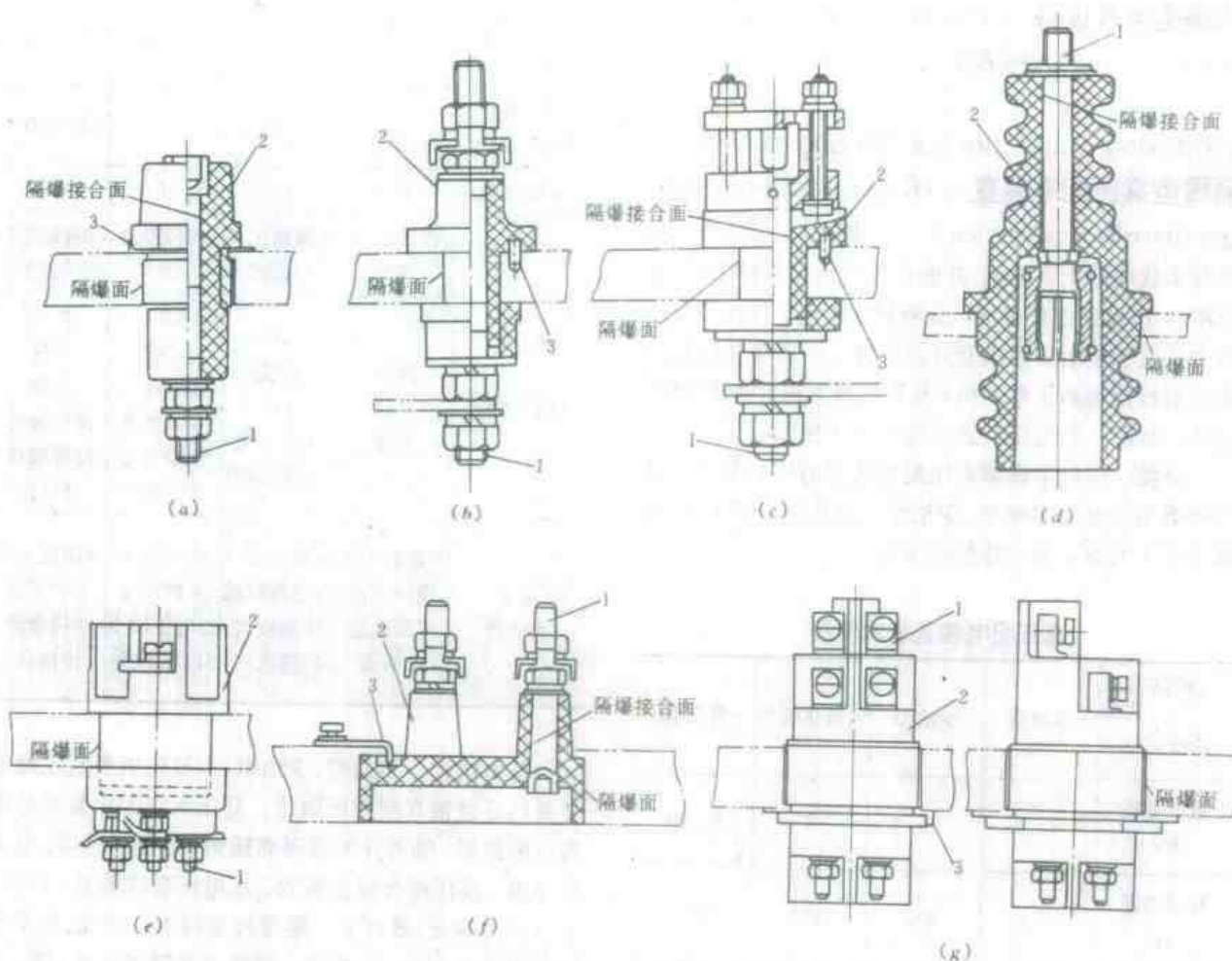
绝缘件 隔爆导电杆与隔爆腔壁的绝缘体。材料为陶瓷或充填无机物的有机高分子材料。绝缘件的形状尺寸和材质的漏电起痕性、介电强度确定了可承受的额定电压值,系列为 127V 、 220V 、 380V 、 660V 、 1140V 、 3kV 、 6kV 、 10kV 。

陶瓷材料相比漏电起痕指数达a级,电性能、耐潮性均优良,但机械强度较差,质脆易碎裂,而且隔爆面尺寸不易控制,故应用上受到限制。有机高分子材料品种较多,发展很快。20世纪50年代以d级酚醛类模塑料为主,用于压制小型低压接线端子。60年代起以b级和c级的三聚氰胺类模塑料大量应用,主要用于额定绝缘电压 1140V 以下的接线端子。80年代末,a级的不饱和聚酯玻璃纤维增强模塑料工业性投产,其机械强度、尺寸稳定性、吸水性优于b、c、d级的三聚氰胺、酚醛类模塑料,正广泛地用于制造接线端子的绝缘件,额定绝缘电压已达 10kV 。

防转件 阻止接线时导电杆或绝缘件转动的结构件,要求隔爆接线端子在表2所规定的力矩作用下其导电杆、绝缘件不得转动和损坏,以免影响接线导体间的电气间隙及防止连接导线发生扭绞或断线。

表2 接线端子应承受的力矩

导电杆规格	M4	M5	M6	M8	M10
力矩(kgf·m)	1.96	2.94	4.95	9.80	15.69
导电杆规格	M12	M16	M20	M24	
力矩(kgf·m)	24.52	49.03	83.36	127.49	



隔爆接线端子示意图

a、b、c—单芯接线端子；d—高压接线端子；e、f、g—多芯接线端子

1—导电杆；2—绝缘件；3—防转件

止动方式分为两大类：(1) 卡块式（图 b、c、f）；(2) 板卡式（图 a、g）。卡块式适用于单个接线端子与隔爆腔壁配合止动达到防转目的。板卡式适用于二个及以上的接线端子组合安装时，和一块防转固定板卡位多个接线端子相互钳制达到防转目的。

主要参数 防爆接线端子常用的二个参数为相比漏电起痕指数和最小爬电距离。

相比漏电起痕指数 是固体绝缘材料表面在电场和电解液的联合作用下，逐渐形成导电通路过程的指标。其定量参数为相比漏电起痕指数 (CTI)，是固体绝缘材料表面能经受 50 滴电解液 (100ml 蒸馏水中含 0.1g 氯化铵或再加 0.5g 烷基苯磺酸钠) 而没有形成漏电痕迹的最高电压值，分为四级，见表 3。

爬电距离 在两个导体之间沿绝缘材料表面的最短距离。各级绝缘材料在隔爆接线盒内的最小爬电距

离见表 4。

表 3 绝缘材料的 CTI 值

相比漏电起痕指数级别	a 级	b 级	c 级	d 级
CTI 值	600	500	380	175

表 4 最小爬电距离

额定电压 (V)		127	220	380	660	1140	3k	6k	10k
绝缘材料级别	a	6	6	8	12	24	45	85	125
	b	7	8	10	16	28	60	110	150
	c	8	10	12	20	35	75	135	180
	d	10	12	15	25	45	90	160	240

(表一平)

gebaoxing dianqi shebi

隔爆型电气设备 (flameproof electrical apparatus) (见安全卷)。

gebaoxing gaoya peidian zhuangzhi

隔爆型高压配电装置 (flameproof high voltage distribution device) 煤矿井下用以接通、分断承载线路正常电流,并能在异常电路条件下(例如短路),按规定条件接通、分断异常电流,且在一次回路中具有明显断口的成套开关装置。一般用作高压系统配电和控制高压电动机,具有绝缘监视、接地漏电、过载、短路、欠电压及过电压等保护性能。

分类 根据隔爆型高压配电装置的核心部件断路器的类型可分为多油型、少油型六氟化硫(SF₆)型和真空型 4 大类,基本特征见下表。

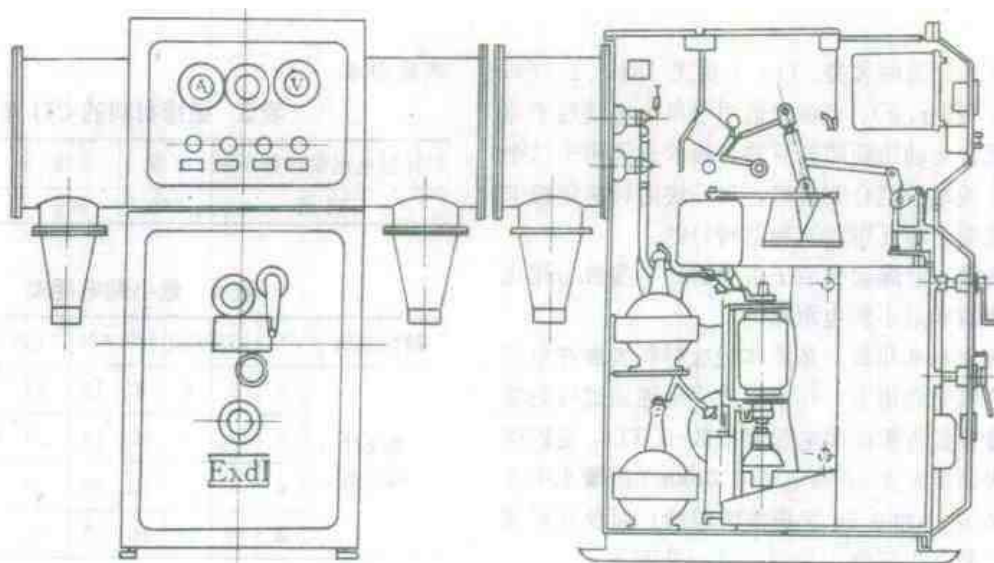
高压配电装置基本特征

断路器 类型 特征	多油型	少油型	六氟化硫型	真空型
额定电压 (kV)	3、6	6	6	6、10
额定电流 (A)	300	300	400	400
额定频率 (Hz)	50	50	50	50

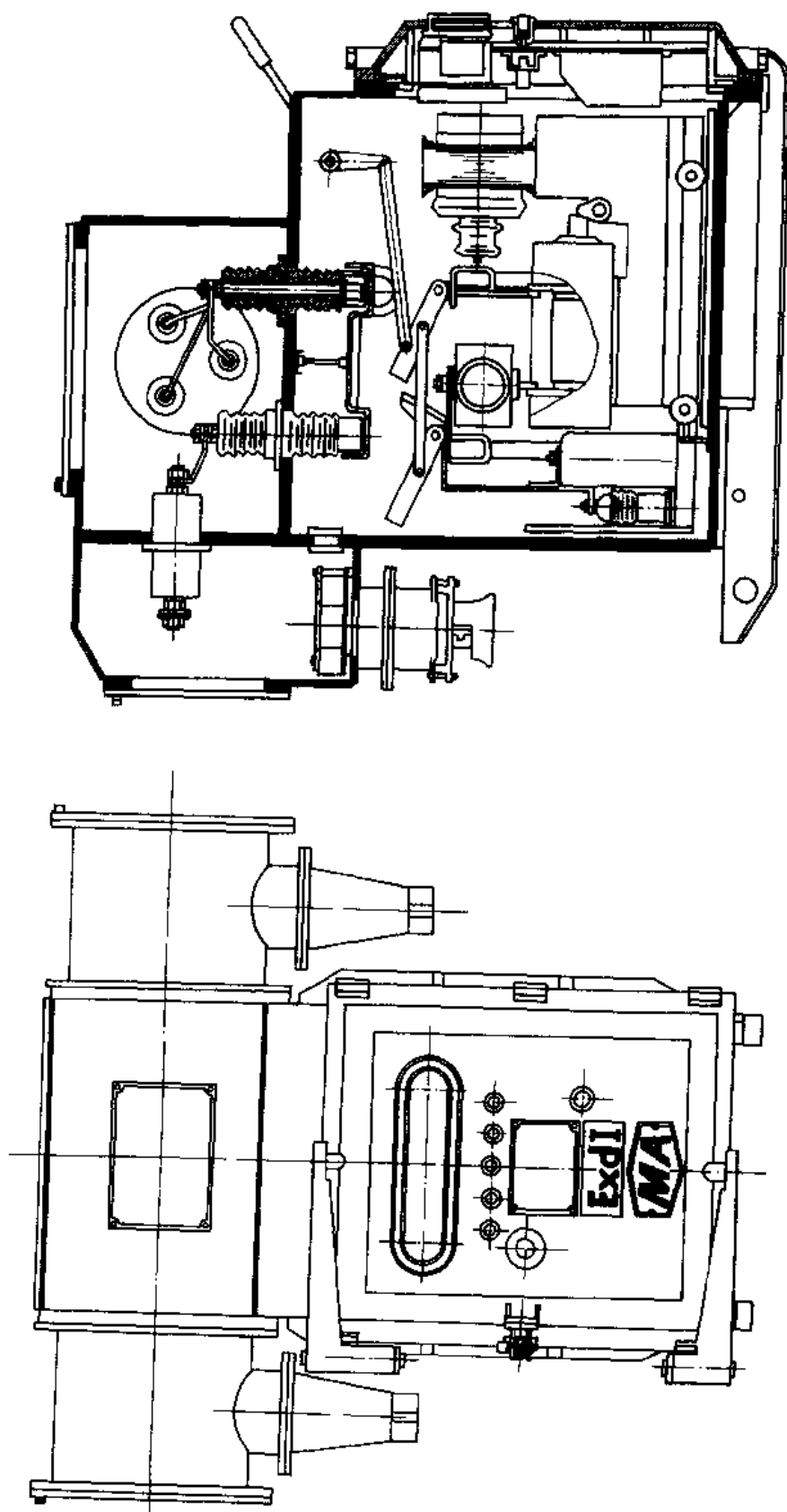
续表

断路器 类型 特征	多油型	少油型	六氟化硫型	真空型
额定短路开断 电流(kA)	5	10	10	10~12.5
开断次数	3	16	30	30
操作机构	弹簧手动 操作	弹簧储能手 动/电动操作	弹簧储能手 动操作	弹簧储能手 动/电动操作
保护功能	欠压 过载 短路	欠压 过载 短路 接地漏电 绝缘监视	欠压 过载 短路 接地漏电 绝缘监视 SF ₆ 漏气	欠压 过载 短路 接地漏电 绝缘监视 过电压
主要 优缺点	开断能力低 保护不全 可靠性差 价格低	开断次数少 有油维修难 体积较大 价格适中	结构紧凑 保护齐全 过电压较小 SF ₆ 易泄漏	开断能力高 保护完善 结构合理 价格高

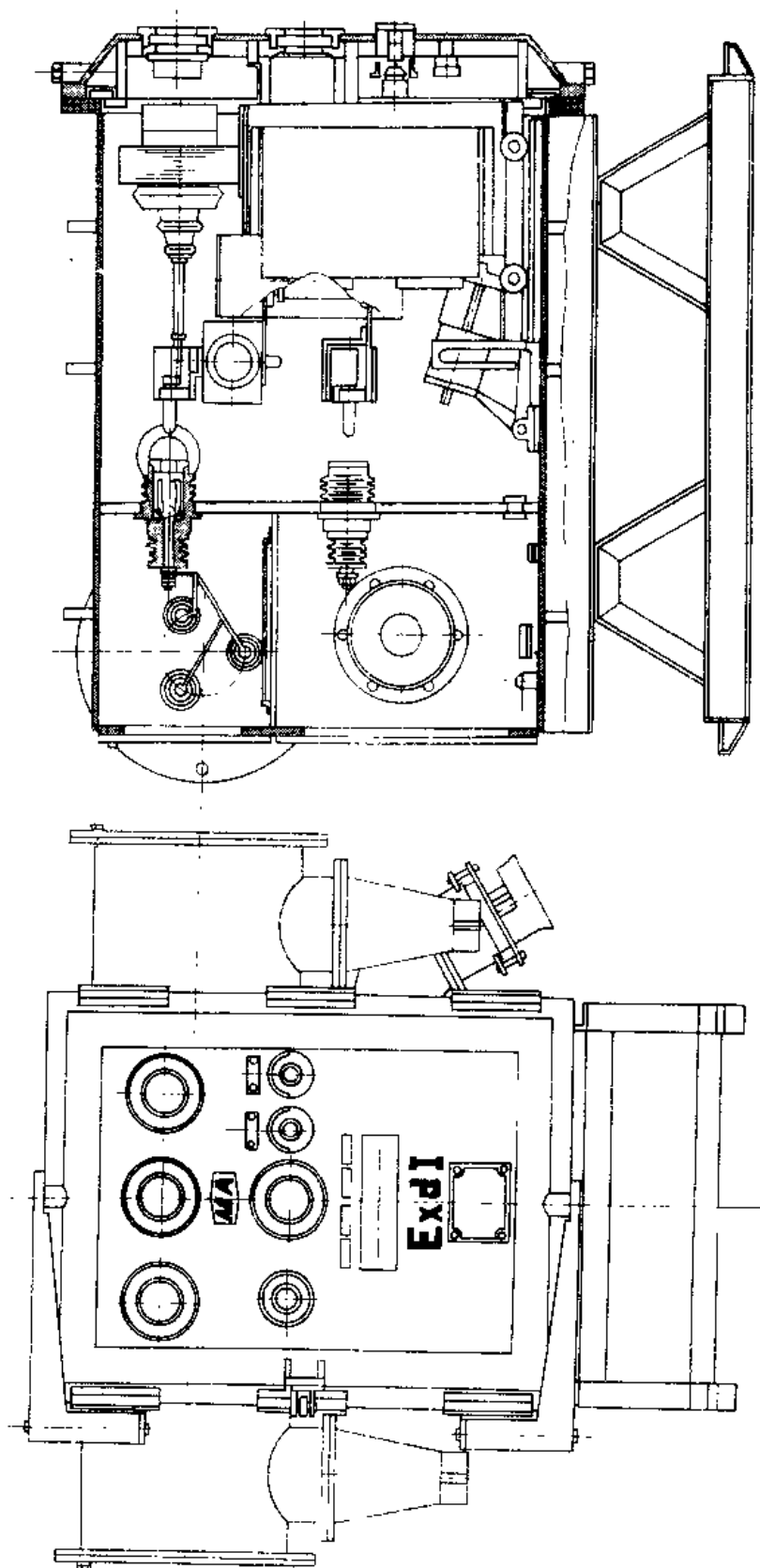
基本结构 多油型,少油型,六氟化硫型高压配电装置已日益被真空型所取代。高压真空配电装置是由高压断路器、隔离开关或隔离插销、电压互感器、电流互感器、高压综合保护装置、过电压吸收装置、仪表、主令开关等元、器件装入隔爆外壳内组合而成。典型的结构形式有 3 种:①立式一带闸刀式隔离开关(图 a),②卧式一带插销式隔离开关(见下页图 b),③组合式一带接线端子式隔离开关(见 116 页图 c)。



(a) 立式



(b) 图式



(c) 组合式
图 1 高压真空配电装置

带闸刀式隔离开关的配电装置 其结构特点为：
①立式长方形箱体，上部左右为电源接线盒，后面为负载接线盒。②隔离开关固定在箱体主腔上方，断路器与其它电器元件安装在可抽出的车架上。③隔离开关与接地开关连动且可靠连锁。④主腔前门盖有一个或二个，分螺钉紧固与快开门两种。

带插销式隔离开关的配电装置 其结构特点为：
①卧式长方形箱体，后部左右为电源接线盒，右（左）下侧为弯管形的负载电缆引入装置。②隔离插销静触头装在箱体内壁，动触头装在断路器上，与其它电器元件均安装在可抽出的车架上。③车架进出箱体由齿轮齿条或丝杠螺母机构操纵，且在打开门盖前应先拔出插销式隔离开关到安全距离。④主腔前门盖分螺钉紧固与快开门两种。

带接线端子式隔离开关的配电装置 其结构特点为：
①组合式箱体分3部分，上部为长方形电源接线盒；中部为单隔离开关或双隔离开关及负载接线盒，隔离开关的静触头为贯穿中，上两部分的接线端子；下部为配电装置的主腔。②根据用途可灵活组合成单隔离馈出装置、双隔离配电装置、双隔离联络母线装置。③真空断路器等安装在可抽出的车架上。④主腔门盖分螺钉紧固与快开门两种。

工作原理 高压真空配电装置的电气原理如图2所示。6kV工作电源接入到配电装置，通过隔离开关

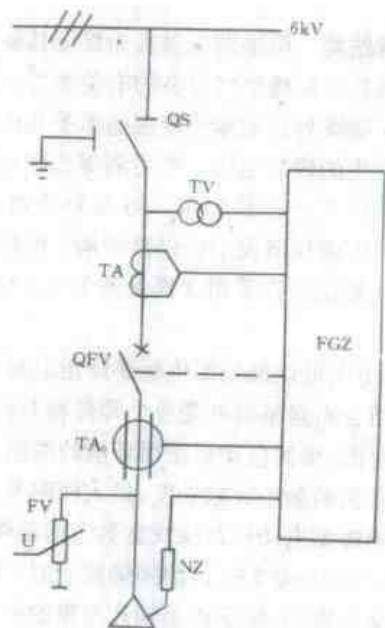


图2 高压真空配电装置电气原理图

QS—隔离开关；QFV—真空断路器；

TV—电压互感器；TA—电流互感器；

TA₀—零序电流互感器；FV—过电压抑制器；

NZ—终端元件；FGZ—高压综合保护装置

(QS)，一路经三相五柱式电压互感器(TV)，以100V交流电压供给高压综合保护装置和仪表；另一路经电流互感器(TA)、真空断路器(QFV)、零序互感器(TA₀)，供给负载。为抑制真空断路器的操作过电压，在真空断路器的负载侧设有氧化锌压敏电阻器(FV)。

配电装置共有两级电源开关，一级为隔离开关(QS)，另一级为真空断路器(QFV)，两级电源开关之间设有连锁装置，即只有隔离开关合闸后，真空断路器才能合闸。反之，只有在真空断路器断开后，隔离开关才能打开，以确保使用安全。

电压互感器(TV)次级有二组交流100V电源，一组供综合保护装置(FGZ)及仪表的工作电源，另一组接成开口三角形，作为漏电保护环节零序电压信号。零序电流互感器(TA₀)可以检测并输出零序电流信号，并与零序电压信号组成功率方向型漏电保护单元，实现有选择性漏电保护功能。氧化锌压敏电阻器或阻容吸收装置可以抑制真空断路器分合时所产生的操作过电压。

保护方式 高压综合保护具有接地漏电保护、绝缘监视保护、过载保护、短路保护等保护方式。

接地漏电保护 对矿井高压供电网络的漏电和接地故障采用零序电流和零序电压相位比较原理实现有选择性保护。主要技术参数为一次零序电流0.5~6A，零序电压3~25V。

绝缘监视保护 对矿井高压供电网络的双屏蔽电缆的监视线和接地线之间的开路和短路实现超前保护，保护电路采用直流检测工作方式，并与真空断路器的欠压脱扣器配合，动作速度快、安全可靠。主要工作参数：监视线与接地线之间回路电阻大于上限值时应可靠动作，小于下限值时不允许动作。监视线与接地线之间绝缘电阻小于下限值时应可靠动作，当绝缘电阻大于上限值时不允许动作，动作时间不大于0.1s。

过载保护 对供电网络的过载实现反时限保护，当主回路负载电流等于或大于整定电流值时，电流互感器的二次信号绕组将信号输送到过载保护单元，当过载电流超过整定电流越多，延时跳闸时间也就越短，从而实现过载保护的时限特性。

短路保护 对供电网络的短路实现速断保护。整定范围在额定电流的1倍至10倍内选择。

发展趋势 20世纪50年代起中国煤矿大量使用多油型配电装置，70年代开始研制真空配电装置和六氟化硫配电装置，直至80年代中期批量生产真空配电装置。

10kV矿用高压真空配电装置已于1991年通过技术鉴定，其基本原理和结构与6kV矿用真空配电装置

相同。

对高压真空配电装置需进一步研究提高的问题：

①真空管在运行中真空度的检测；②有效地抑制操作过电压；③高压综合保护装置可靠性和精确度的提高。

(弗名琅 折贤同)

gebaoxing yibu diandongji

隔爆型异步电动机 (flame proof asynchro-

nous motor) 具有隔爆外壳,利用气隙旋转磁场与转子绕组中的感应电流相互作用产生电磁转矩的电动机。该外壳既能承受其内部爆炸性气体混合物引爆时产生的爆炸压力,又能防止爆炸产物穿出隔爆间隙点燃电机外壳周围的爆炸性混合物。

工作原理 隔爆型异步电动机除隔爆结构外,电动机的工作原理是与普通的异步电动机完全相同。以三相异步电动机为例,当定子绕组施以对称的三相交流电压后,定子绕组中便有三相对称电流通过,它们联合产生一个定子旋转磁场,以转速 n_1 (称为同步转速)沿圆周方向旋转,其磁力线切割转子导体而感应电势,在该电势的作用下,转子导体便有电流流过,电流的有功分量与电势同相位。由电势力定律可知,转子导体电流与旋转磁场相互作用,使转子导体受到电磁力 f ,在该电磁力作用下,转子迅即旋转,其转向与旋转磁场方向相同,此时在转子轴上施加机械负载,电动机就拖动机械负载旋转,输出机械功率。转子转速不能达到基波旋转磁场转速,两者总存在一定的差异,即所谓异步,是异步电动机产生转矩将电能转换为机械能的必要条件。

工作特性 在额定电压、额定频率下,电动机输入功率 P_1 、定子电流 I_1 、效率 η 、功率因数 $\cos\varphi$ 以及转差率 S 随输出功率 P_2 的变化关系,即为异步电动机的工作特性,如图 1 所示。

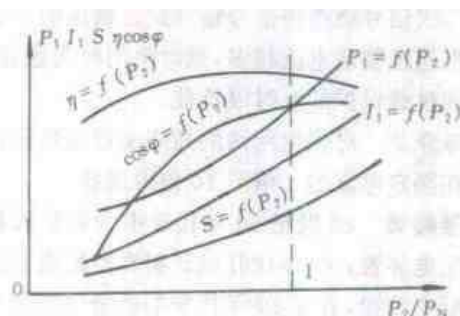


图 1 三相异步电动机的工作特性

P_N —为额定功率

从图中可以看出：

(1)轻负载时,功率因数 $\cos\varphi$ 与效率 η 都很低,随负载迅速增加,而当负载增加到额定值附近时,其变化较少。

(2)定子电流 I_1 、转差率 S 及输入功率 P_1 随负载增加而增加。

机械特性 常用三相异步电动机的机械特性如图 2 所示。

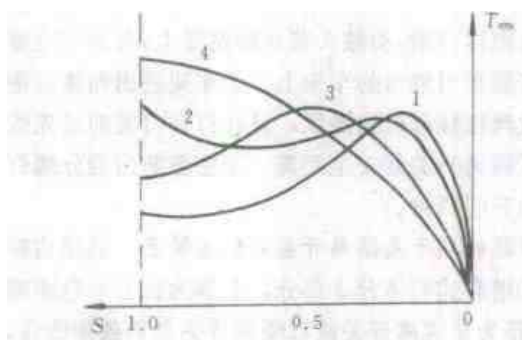


图 2 几种常用三相异步电动机的机械特性

- 1—普通异步电动机的机械特性曲线；
- 2—双笼式电动机的机械特性曲线；
- 3—高滑差电动机的机械特性曲线；
- 4—力矩电动机的机械特性曲线；
- T_{em} —电磁转矩； S —转差率

隔爆结构 隔爆型电动机为保证其隔爆性能,对其结构须符合防爆电气设备的有关要求,主要点是：

(1)隔爆外壳结构强度应能承受其内部爆炸性混合物所产生的爆炸压力。矿用隔爆型电动机外壳,由于使用条件及运输的要求,对其外壳材质需作特殊规定,即应用铸钢或钢板焊接结构,但煤电钻等手持电动工具规定允许采用含镁量低于 0.5% 的铝合金外壳。

(2)可向电动机外部传泄爆炸压力和火焰的通道,即隔爆结合面是隔爆外壳各个部件相对表面配合在一起的接合面。根据电动机使用环境的类别、级别规定了隔爆结合面的最小有效长度、最大间隙及表面粗糙度。一般,隔爆型电动机及接线盒具有的隔爆接合面部位为:机壳与前后端盖止口的隔爆接合面、端盖与轴承内盖的隔爆结合面、轴承内盖轴孔与轴的隔爆结合面、接线盒座与接线盒盖的隔爆结合面、接线盒座与机壳的隔爆接合面、接线盒座与绝缘接线座之间的隔爆接合面等。下页图 3 所示为隔爆型异步电动机隔爆接合面的构成。

(3)电动机轴与轴孔的隔爆接合面,在正常工作状

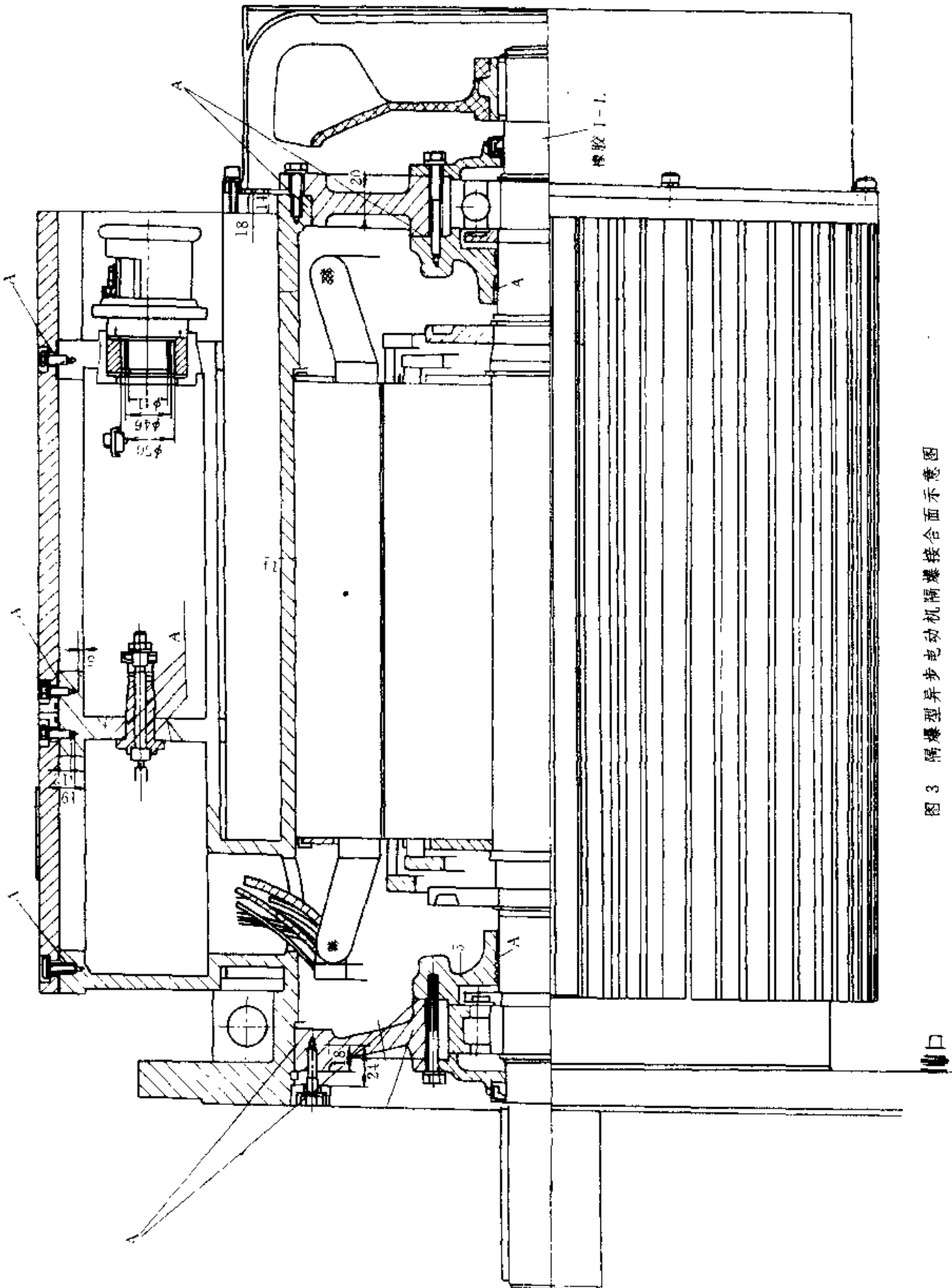


图 3 隔爆型异步电动机隔爆接合面示意图
A—为隔爆接合面



态下,不应产生摩擦。

(杨鸿方)

gongyexing shiyan

工业性试验 (industrial test) 新设计的煤矿井下采煤、掘进、运输机械及其配套电气产品,按规定的步骤、内容和要求,以实际生产工况的方式所进行的试验。又称实际运行效果检验,它是新产品研制的重要阶段。

试验目的 检验样机对工作环境和工作对象的适应性、结构的合理性、元部件强度的可靠性、与配套设备的协调性、可操作性、易维修性、安全性能、卫生指标、生产能力或运行使用期限,以判定该产品是否能够定型并投入批量生产。

试验步骤 ①选定试验点:地质条件、生产方法、配套设备和矿井各系统应满足新产品性能、生产能力和适用范围的要求,由于所选定的一个试验点不能全部覆盖所设计产品的适用范围,有些国家规定必须在两个不同地质条件的试验点进行工业性试验。②人员组织:工业性试验由研究设计部门的科技人员、制造工厂的工程技术人员和工人以及试验矿井的工程技术人员、操作维修人员共同参加,组成试验小组,负责整个试验过程。③编写试验大纲:在试验前具体规定试验点的地质条件、生产工艺、劳动组织、配套设备、试验项目、试验方法、试验周期、测试参数、测试仪表和考核目标等。④培训:编写培训大纲和教材,对参加试验的工人和技术人员进行培训。⑤试验场地的准备:包括场地的开拓、配套设备、场地的供电、供水、供液、通讯等。⑥工业性试验:按试验大纲的要求,以实际生产的方式进行试验。⑦鉴定:有关专家成立鉴定委员会,对被试产品的图样、文件以及试验结果反映的状况进行全面评价,并提出鉴定意见。

(周永昌)

gongzuomian peidiandian

工作面配电点 (face power distribution point) 工作面及其附近巷道的配电中心。采煤工作面有不同的采煤方式,工作面配电点的数量和位置也有不同。在放炮落煤、刨煤机及普通机组等采煤方式中,回风顺槽内有电钻变压器组及回柱绞车,为了避免电缆经过工作面,对这些设备供电的配电点设在回风顺槽中,而向采煤机、输送机、转载机等设备供电的配电点则放在运输顺槽中。这样,一个工作面就有两个配电点。综合机械化采煤方式没有回柱绞车,对工作面设

备供电的配电点一般设在运输顺槽中,按负荷情况,也可能有一个以上的配电点。

设备组成 工作面配电点的设备有馈电开关,电磁起动器及随机组配套的开关和控制设备等,所有设备均须选用防爆型。

电源路径 工作面配电点的电源电缆引自采区变电所或移动变电站,每个配电点设一回路电缆。电缆经过运输顺槽或回风顺槽接至配电点。

接线系统 负荷小的工作面一般由采区变电所以低压供电。负荷大的综合机械化采煤工作面,须以高压供电,设移动变电站,由移动变电站以低压供电。低压接系统为单母线系统,进线设进线开关,经过电磁起动器接至各用电设备,各开关间以电缆作母线连接。

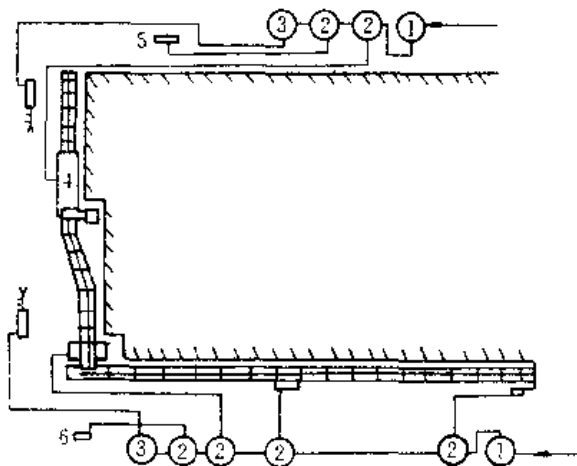


图1 普采工作面系统及设备布置

1—防爆馈电开关; 2—防爆电磁起动器;
3—电钻变压器组; 4—机组; 5—回柱绞车; 6—油泵

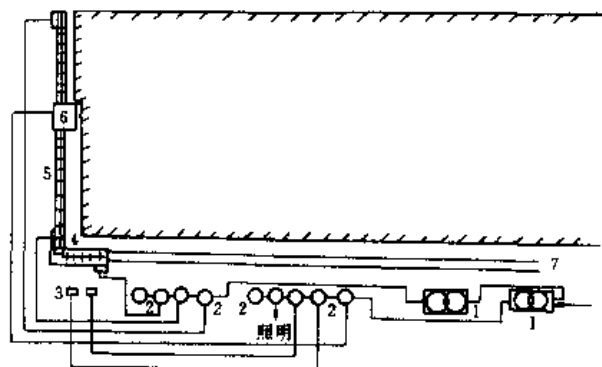


图2 综采工作面系统及设备布置

1—移动变电站; 2—防爆电磁起动器;
3—油泵; 4—转载机; 5—工作面输送机; 6—机组;
7—顺槽胶带输送机 (另有移动变电站供电)



配电点布置 配电点的布置有两种方式。一种是将开关设备安装在顺槽壁的专用巷硐,并用不燃性材料支护。其与工作面间距离约50至100m,随工作面推移作相应搬迁。另一种是将移动变电站、开关设备等装在平车上,在运输顺槽一侧铺设一条轨道,平车可以在轨道上移动。平车上的设备的最突出部分同巷道支护之间的距离不应小于0.25m,同输送机的距离应满足检查、维修的需要,并不得小于0.7m。炮采和普通机械化采煤方式的配电点设备一般安装在巷硐内(见上页图1);综合机械化采煤方式的配电点设备安装在平车上(见上页图2)。

参考书目

顾永辉等编,《煤矿电工手册》,煤炭工业出版社,1991年。
(郝继棠)

gongdian xitong de xiebo

供电系统的谐波 (power system harmonics)

对周期性非正弦电量进行傅立叶(J. B. Fourier)级数分解,除了得到与电网基波频率相同的分量,还得到一系列大于电网基波频率的分量,这部分电量称为谐波。谐波频率与基波频率的比值($m=f_n/f_1$)称为谐波次数。电网中有时也存在非整数倍谐波,称为非谐波(nonharmonics)或分数谐波。谐波实际上是一种干扰,使电网受到“污染”。电工技术领域主要研究谐波的发生、传输、测量、危害及抑制,其频率范围一般为 $2 \leq n \leq 40$ 。

谐波源 向公用电网注入谐波电流或在公用电网上产生谐波电压的电气设备。具有非线性特性的电气设备是主要的谐波源,例如带有功率电子器件的变流设备,变流控制器和电弧炉、感应炉、荧光灯、变压器等。中国煤炭企业也越来越多的使用产生谐波的电气设备,如晶闸管电路供电的直流提升机、交-交变频装置、晶闸管串级调速的风机水泵和矿区机修厂的电弧炉等。这些设备取用的电流是非正弦形的,其谐波分量使系统正弦电压产生畸变。谐波电流的量取决于谐波源设备本身的特性及其工作状态,而与电网参数无关,故可视为恒流源。

各种晶闸管电路产生的谐波次数与其电路形式有关,称为该电路的特征谐波。对称三相变流电路的网侧特征谐波次数为

$$n=kP \pm 1; k=1, 2, 3 \dots$$

式中 P 为一个电网周期内脉冲触发次数(或称脉动次数)。除特征谐波外,在三相电压不平衡,触发脉冲不对称或非稳定工作状态下,上述电路还会产生非特征谐波。进行谐波分析和计算最有意义的是特征谐波,如

5、7、11、13次等。对于 P 脉动的变流电路,假定直流侧电流为理想平滑,其网侧 n 次谐波电流与基波电流之比为:

$$\frac{I_n}{I_1} = \begin{cases} \frac{1}{n} \cdot \sin\left(n \frac{\mu}{2}\right) / \left(n \frac{\pi}{2}\right), & n=PK \pm 1, k=1, 2, 3, \dots \\ 0, & n \neq PK \pm 1 \end{cases}$$

式中 μ 为换流重叠角。 $\mu=15^\circ \sim 30^\circ$,估算时可取 $\mu=20^\circ$ 。如直流侧电流波纹较大,则5次谐波幅值将增大,其余各次谐波幅值将减少。

当电网接有多个谐波源时,由于各谐波源的同次谐波电流分量的相位不同,其和将小于各分量的算术和。

变压器激磁电流中含有3, 5, 7等各次谐波分量。由于变压器的原、副边绕组中总有一组为角形接法,为3次谐波提供了通路,故3次谐波电流不流入电网。但当各相激磁电流不平衡时,可使3次谐波的残余分量(最多可达20%)进入电网。

谐波传输 对于多电压等级的电网,其谐波阻抗的特点是 Z_{sh} (高压侧) $\ll Z_{\text{nl}}$ (低压侧)。谐波电流由低压侧流向高压侧,其大小基本上与高压侧参数无关,可视为恒流源。谐波电压由高压侧传输到低压侧,可视为恒压源,在进行谐波分析时,就是根据这个原则构造电网的谐波等效电路。

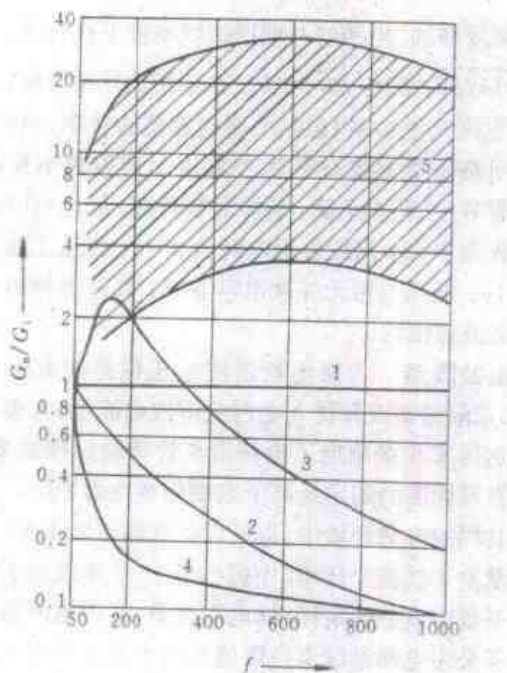


图1 负载有功电导的频率关系图

1—阻性负载; 2—阻性感性混合负载;

3—同步电动机; 4—荧光灯;

5—容性负载整流器(电视机)

电网元件的频率特性 在谐波频率范围内, 由于涡流和漏磁场的作用, 电网元件的谐波参数要考虑长线效应, 即变压器和导线的等效电阻 R 随频率的上升而增加, 等效电感 L 随频率的上升而降低。电缆、导线和电容器的电容 C 基本不随频率变化而保持恒定。负载阻抗与频率的关系依负载的不同而异 (上页图 1)。电机类负荷在简化分析时可只考虑其漏感。电机漏

感 L_{σ} 的频率特性与变压器相似。

电网等效电路 电网可以由电网各元件的谐波参数电阻 R_n 、漏感 L_n 和电容 C_n 组成等效网路。三相对称电网的等效电路图通常采用单相表示 (图 2)。根据等效电路计算各频率下的节点导纳矩阵 Y_n , 求出阻抗 $Z_n = Y_n^{-1}$, 计算谐波电压 $U_n = Z_n \cdot I_n$ 。

电网在某些谐波下会发生并联谐振, 导致谐波电

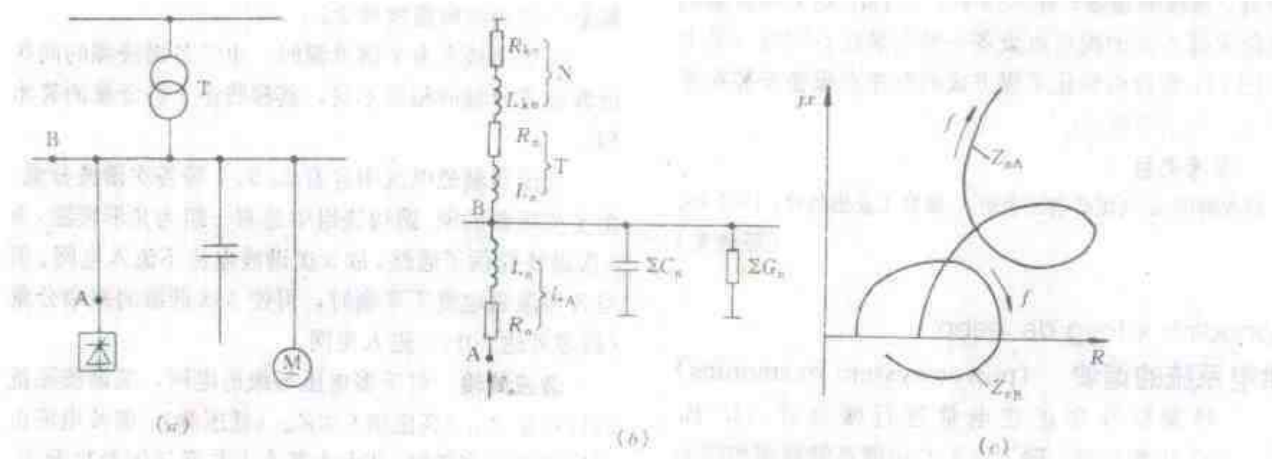


图 2 电网及其等效电路和阻抗矢量轨迹

a—电网结构; b—等效电路; c—节点 A 和 B 的阻抗矢量轨迹;

L_n —线路及负载; N—上级电网; T—变压器

流大幅度增加。电网的并联谐振频率按下式计算: $f_p = f \sqrt{S_k/S_c}$, 式中 S_k 为节点 B 的短路功率 (MVA), S_c 为电网充电功率 (包括关联电容器的功率, MVA)。谐振回路品质因数 Q 的大小取决于谐振频率和电网的负荷率。负荷率下降, 品质因数升高。低压电网的品质因数为 2~3, 高压公用电网为 2~5, 高压工业电网约为 10。低压电网无并联电容器时, 其谐振频率一般不在谐波范围内。

谐波限值 为使电网谐波电压保持在允许值以下, 必须限制谐波源注入电网的谐波电流量。大多数工业发达国家相继制定了电网谐波管理的标准或规定。谐波管理标准的制定是基于电磁相容性的原则, 即在一个共同的电磁环境中, 电气设备既能正常工作, 又不得过量地干扰这个环境。中国已于 1993 年颁布了限制电力系统谐波的国家标准《电能质量: 公用电网谐波》, 规定了公用电网谐波电压限值和用户向公用电网注入谐波电流的允许值。

电压或电流的正弦波形受谐波影响而畸变的程度用谐波电压或电流含有率表示:

$$\text{HRV}_n = U_n/U_1 \cdot 100\%$$

$$\text{HRI}_n = I_n/I_1 \cdot 100\%$$

式中 U_n 、 I_n 为第 n 次谐波电压、电流有效值, U_1 、 I_1 为基波电压、电流有效值。

谐波危害 谐波增加电气设备的热损耗, 干扰其功能甚至引发故障。另外谐波可对信息系统产生频率耦合干扰。

(1) 危害电动机 谐波电压在电动机短路阻抗上产生的谐波电流和电动机负序基波电流 I_2 一起使设备产生附加热损耗, 并且在电动机起动时容易发展成干扰力矩。谐波电流和负序基波电流有效值之和一般不得大于电动机额定电流 I_N 的 (5~10)%, 即

$$\sqrt{I_2^2 + \sum_{n=2}^{\infty} I_n^2} \leq (0.05 \sim 0.1) I_N$$

如果电动机不是按额定功率连续运行, 可以允许短时超出上述限值。

(2) 危害电容器 谐波可使电容器过流发热。在畸变电压下电容器的电流有效值为 $I = \omega_1 C$

$\sqrt{\sum_{n=1}^{\infty} (n \cdot U_n^2)}$, 有关规程规定电容器长期工作电流不得超过 1.3 倍额定电流 ($I_c = \omega_1 C U_N$)。位于谐波源附近的电容器或者滤波电容器通常按较高的电流有效值特殊制造。



(3) 危害电子装置 谐波电压可使晶闸管触发装置发生触发错误,甚至导致设备故障,谐波也会对电网音频控制系统和计算机产生不良影响。

(4) 危害通讯系统 在 2.5kHz 以下导线间电感电容偶合作用随频率呈近似线性上升,特别是较高次谐波会对通讯及信息处理设备产生干扰。

谐波测量 测量谐波电流通常使用低感分流器(约 $L/R \leq 5\mu s$)和电子式钳。测量谐波电压使用电阻分压器或者电容式分压器。谐波测量设备基于快速傅立叶分析原理,由模拟滤波器和模拟(数字)相关器或者计算机组成。谐波阻抗测量是使用一个可控式电源向电网注入谐波频率电流,然后分别测量谐波电压的幅值和相位。

谐波抑制 将三相桥式电路的脉动数从 6 提高到 12,可消除 5、7 次谐波。将多个谐波源接于同一段母线,利用谐波的相互补偿作用也可降低电网谐波含量。

当谐波量超出规程允许值或者电网在谐波范围内有谐振时,通常设置单调谐滤波器吸收特征谐波。对于 13 次及以上的谐波,可设置一个高通滤波器。滤波回路也会吸收电网原有谐波并可能导致过负荷。一般通过调整失谐率,降低品质因数或者通过附加电子装置控制电流值来避免过负荷。

电容器可通过串联电抗器形成谐波阻塞回路,以防止电容器谐波过负荷。一般将串联谐振频率定在 250Hz 以下。

参考书目

J. Arrillaga, D. A. Bradley, P. S. Bodger: 《Power System Harmonics》, John Wiley and Sons Ltd., 1985.

A. Kloss: Oberschwingungen, VDE-Verlag, 1989.

(贾宝军)

gudingshi zhaoming dengju

固定式照明灯具 (fixed illuminator) 用于井下巷道、硐室、综采工作面等处作一般照明的灯具。这类灯具在井下的安装位置一般较高,不易触及,且常设计成永久性地与电源连接。固定式照明灯具的照明电源有 115V、127V、220V、250V 等多种,中国采用 127V,由干式照明变压器供电。

固定式照明灯具根据结构可分为矿用一般型、矿用增安型和矿用隔爆型。按使用场所不同,固定式照明灯具分为巷道、硐室照明灯具、综采工作面灯具,为达到节能目的这两类灯具都能制成节能型灯具。

巷道、硐室照明灯具 使用范围最广、数量最多的一类固定式照明灯具。这类灯具一般具有以下 3 个特

点:①外壳上设有吊环(或挂钩)、以金属链悬挂、均匀布置于巷道或硐室的上方;②通常具有两套电缆引入装置,可以多台灯具串接或利用分线盒单独连接;③在正常工作时,灯具位置不发生移动。巷道、硐室照明灯具主要有矿用白炽灯和矿用荧光灯两类。

(1) 矿用白炽灯可以制成矿用一般型、矿用增安型和矿用隔爆型,其灯泡功率有 60W、80W、100W、150W 多种,中国井下常用的白炽灯泡功率为 60W 和 100W。白炽灯为电流加热发光体至白炽状态而发光的一种电光源。它是一种热辐射光源,显色性好、连续光谱、使用方便,白炽体为金属钨。矿用白炽灯的外壳材质主要采用钢板、铝合金或铸铁,玻璃透明罩制成钟罩状,外设金属保护网,其电缆引入装置和接线腔一般设在灯具的上部(见图 1),接线腔与光源腔由反光罩隔开。防爆型矿用白炽灯(隔爆型和增安型)通常采用特制的隔爆灯头和自动断电联锁装置。隔爆灯头带有消弧室,以消除灯泡脱开灯头触点时可能产生的火花;玻璃透明罩和隔爆灯头之间用弹簧实现机械连锁。玻璃透明罩大面积破碎或被摘下时,弹簧将灯泡弹出,自动切断电源,以防止瓦斯爆炸。

(2) 矿用荧光灯通常制成矿用隔爆型,采用直管形

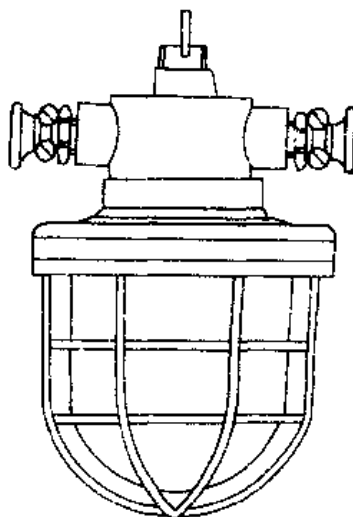


图 1 矿用防爆白炽灯

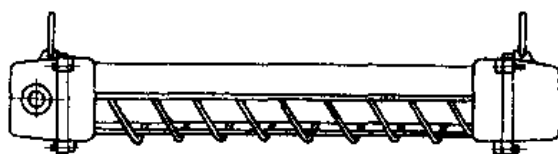


图 2 矿用隔爆型荧光灯

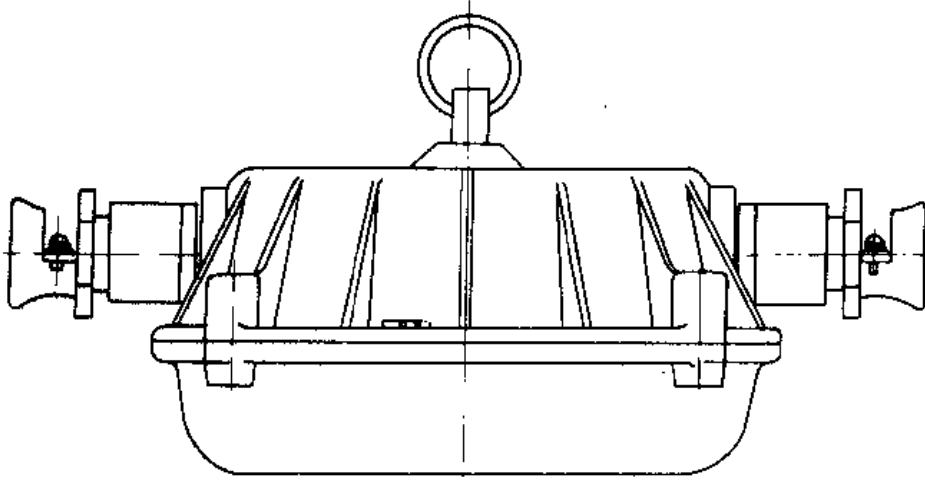


图 3 全塑矿用增安型荧光灯

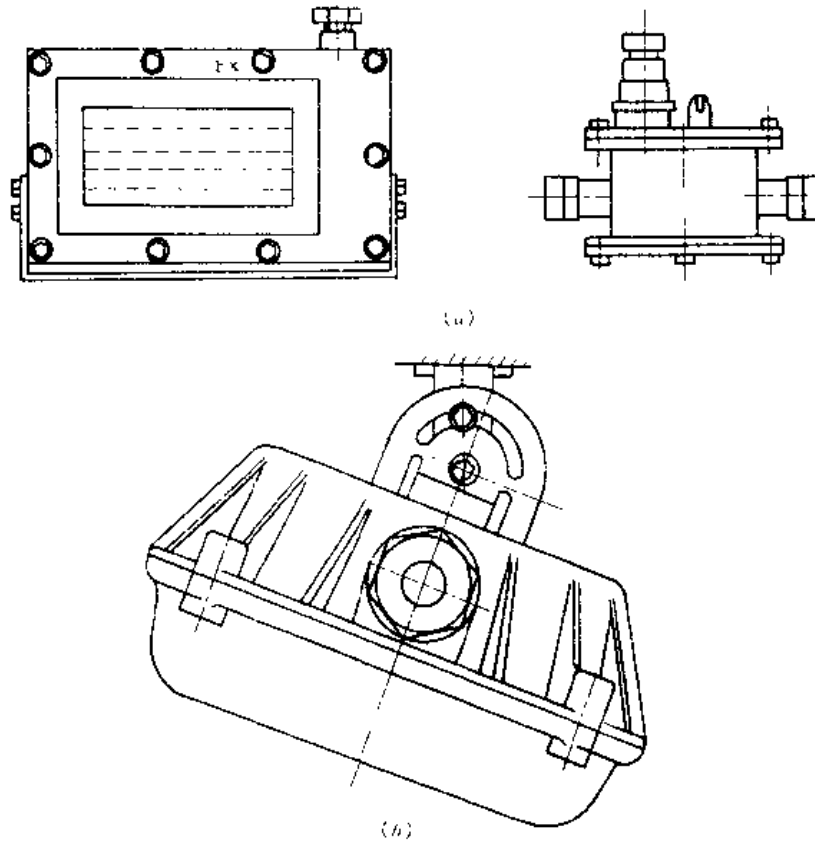


图 4 支架灯

a—矿用隔爆型；b—矿用增安型

荧光灯,灯管功率有15W、20W、40W、65W、80W多种,中国井下常用的荧光灯功率为20W。荧光灯为利用气体放电过程中原子受到激发将电能转换为光的一种电光源。矿用隔爆型荧光灯的外壳材质通常采用铝合金,也有采用钢板或铸铁的。玻璃透明罩制成圆筒状、外设金属保护网。接线腔和镇流器等附件设在灯具两侧(见123页图2)。通常采用的电感镇流器和氙泡起辉器的热启动正逐步被电感和电容串联谐振的高压快速冷启动替代。一旦荧光灯管破碎,由于无氙泡起辉器接通灯丝电路,安全性得以保证。中国在20世纪80年代研制成功一种全塑外壳(包括透明保护罩)的矿用增安型荧光灯,用紧凑型环形荧光灯为光源,采用半谐振冷启动点灯回路(见上页图3)。该灯具结构简单、重量轻、启动迅速、造价低、是巷道、硐室照明灯具中的新一代产品。

综采工作面灯具 又称支架灯。安装在自移式液压支架上,供综采工作面作一般照明的灯具。支架灯通常用螺栓固定在支架上,在正常工作时,灯具本身位置不发生移动,但可以随同支架一起向前推进。支架灯通常采用的光源是荧光灯,可以是单体荧光灯或荧光灯组,其功率有13W、20W、35W、3×4W、2×6W、2×9W等多种。用于支架灯的荧光灯通常是冷阴极荧光灯或是带有单插头的无启动荧光灯(见上页图4)。支架灯常配有控制开关,可以是单独的开关箱,也可以与灯具连成一体。支架灯有矿用隔爆型、矿用增安型和本质安全型多种。

节能型灯具 灯具节能通常采用3种方法:①采用节能光源;②采用功率损耗小的镇流器;③前两种方法的结合。

(1)采用节能光源。可用于井下照明的节能光源主要是紧凑型节能荧光灯。紧凑型节能荧光灯兼有白炽灯和普通直管形荧光灯高效、长寿命、光色好、体积小、使用方便的优点,特别适用作场地窄狭的煤矿井下照明的节能光源。中国于20世纪80年代研制出以紧凑型(H型)节能荧光灯为光源的矿用隔爆型节能灯。

(2)采用功率损耗小的镇流器。镇流器效率定义为:效率=灯功率/(灯功率+镇流器功耗),镇流器功耗减小,其效率提高,从而达到节能目的。采用电子镇流器是降低镇流器功耗的有效方法。一般,荧光灯用的电感式镇流器的功耗约为灯管功率的15%~20%,而电子镇流器的功耗可比普通电感式镇流器小50%以上。同时,电子镇流器使荧光灯在高频下工作,使灯管效率提高10%左右,从而使灯的总体效率提高25%以上。电子镇流器还具有重量轻、体积小、无闪烁、无噪音、可快速启动、功率因数高等优点。

(3)前两种方法的结合。在一台灯具中同时采用节能光源和与之相匹配的小功耗的镇流器,以达到最佳的节能效果。

(乐卫良)

guzhang zhenduan jishu

故障诊断技术 (trouble diagnosis technique)

识别和确定设备运行状态的技术。它利用专门的仪器或装置从被诊断设备采集信息,经过分析处理,取得最能识别设备状态的特征参数,对设备状态进行监测或作出设备故障诊断结论。

分类 包括设备状态监测和设备故障诊断两个方面。

设备状态监测 用各种测量、分析和判别方法,结合设备的历史状况及运行条件,了解和掌握设备在使用过程中的客观状态,确定其整体或局部是否正常。

设备故障诊断 通过分析监测得到的信息,确定故障的部位、性质、程度、类别、原因和发展趋势及影响。

诊断步骤 包括信息采集、信息分析处理、状态识别和诊断决策4个步骤。

信息采集(信号检测) 按不同诊断目的选择最能表征工作状态的信号,一般称工作状态信号为初始模式。这个步骤的关键是正确选用传感器,如振动传感器、温度传感器。传感器的性能和质量决定所采集的信息是否失真或遗漏。

信息分析处理(特征提取或数据处理) 把原始的杂乱信息加以处理,以便获得最敏感、最直观的特征参数,提取故障特征。现代诊断技术中,这一过程大多通过电子仪器或计算机进行,所提取之特征亦称待检模式。

状态识别 根据特征参数,对设备的状态予以识别、诊断,并对其发展趋势进行预测预报。在信息论中,这一过程被称为待检模式与样本模式对比,建立判别函数和规定判别准则。

诊断决策 根据判别结果采取相应对策。

以上4个步骤是设备故障诊断时序方法的一个循环。一个复杂的故障往往要反复循环才能正确的找到症结。

诊断方法 有振动监测、噪声监测、温度监测、油液分析(包括铁谱监测)、无损探伤、声发射技术等6种,此外设备绝缘诊断技术,水、油、气系统的泄漏监测亦属于设备故障诊断的内容。

振动监测技术 当机械内部发生异常时,一般都

会随之出现振动加大和工作性能的变化。对机械振动信号的测量,可以不停机、不解体地分析了解机械的老化程度和故障性质,特别是高速旋转机械,利用振动监测更为有效。振动信号的测量主要包括振动电平值监测、转速振平图监测和响应谱监测等3种。振动信号处理的基本方法有幅域分析、时域分析和频域分析等3种。

噪声监测技术 机器的振动和噪声是机器运行中的属性,噪声的增大必然由故障引起,只要搞清机器噪声产生的机理和特征,就可对机器的状态作出诊断。噪声的识别方法主要有人的听觉系统主观估计法,用声级计在机器表面扫描的近场测量法,表面振速测量法,频谱分析法和声强法等5种。

温度监测 设备在运行时各部位、各点都具有一定的温度,形成固有温度分布场。当出现故障时,温度分布场就会发生变化,利用高灵敏度仪器探知这种变化,就可实现对设备状态监测的目的。应用最广泛的是红外测温仪。

油液分析技术 通过对机械内润滑油、脂和液压油的理化性能检测及油液中磨损颗粒的检测来判断机械工作状态和故障的方法,又称油—磨屑分析技术。润滑油、液压油的常用理化性能主要有粘度、水分、酸值、闪点、机械杂质等5种。对油液中磨损颗粒检测又称磨屑检测技术。应用广泛的有光谱分析法、铁谱分析法、颗粒计数器法、颗粒定量仪法和磁塞法等5种。

无损检测技术 在不损伤和不破坏材料或设备结构的情况下,对材料或设备构件的物理性质、工作状态和内部结构进行检测以判定材料是否合格、设备是否正常的技术。无损探伤对机械零部件内部缺陷、微裂纹等反映灵敏。常用方法包括超声探伤法、射线探伤法、渗透探伤法、磁粉探伤法和涡流探伤法等5种。

声发射检测技术 固体受力时,微观结构的不均匀或内部缺陷的存在导致局部应力集中,促使塑性变形加大或发生裂纹,这时均要释放弹性波,这种现象称为声发射。利用对声发射的检测可以找出声发射源的位置,分析它的性质,区分它的真伪,判断它的危险性,并把握机械部件内部缺陷的萌生与扩展,达到对设备进行状态监测和故障诊断的目的。声发射监测技术特别适用于压力容器、输送管道的状态监测和故障诊断。也广泛应用于桥梁、船舶、飞机、石油钻井平台的状态监测和故障诊断。

电气设备绝缘诊断技术 电气设备的绝缘缺陷有一定的发展期,在发展期会产生绝缘状态变化的物理、化学信息,检测这些信息即可对电气设备绝缘性能进行诊断。常用的检测方法有工频耐压试验,直流耐压试

验、绝缘电阻测量、泄漏电流测量、介质损耗角正切值测量、电容量测量和局部放电量测量等7种。对油浸电气设备的状态诊断还可采用对绝缘油的气相色谱分析、温度场变化的检测和绝缘油的工频耐压试验。

供油(气、水)系统泄漏的监测 对系统的漏损源进行查找的技术。主要有音听检漏法和相关检漏法。特殊需要时采用示踪检漏法。

简史 设备故障诊断技术的发展与设备维修体制的发展紧密相连。最初对机器故障的诊断仅凭人的感官,如耳听、手摸、眼观、鼻闻等,通常在事故发生后才能查觉和维修机器,称为事后维修。为减少事故损失,20世纪中期开始采用定期维修方式,在事故发生前进行检修或更换部件。定期预防检修的周期是凭经验和某些统计资料确定,它不能发现随机因素引起的事故,也易造成过剩维修。60年代后,随着电子技术和计算机的发展,生产设备大型化、生产连续化和高速化对设备可靠性和安全性要求越来越高,设备预测维修和设备故障诊断技术发展很快。美国最早开始研究和应用,英国、日本等工业发达国家也相继开展研究,均在工业生产中得到了广泛应用。中国于70年代末开展现代设备故障诊断技术研究。1983年在《国营工业交通设备试行条例》中首次明确提出:“要根据生产需要,逐步采用现代故障诊断和状态监测技术,发展以状态监测为基础的预防维修体制”。90年代,现代设备故障诊断技术已在全国各生产领域得到应用,煤炭行业的有关大学,科研等部门对该项技术的研究和应用也取得了一定的效果。

参考书目

雷继尧,《机械故障诊断基础知识》,西安交通大学出版社,1989。

R. A. 柯拉科特,《机械故障的诊断与情况监测》,机械工业出版社,1983。

(杨志伊)

guabanlian

刮板链 (scraper chain) 刮板输送机中传递牵引力,直接刮运物料的组件,由刮板、矿用圆环链和接链环组成。

刮板 链段上导向和刮运物料的构件。根据刮板链布置型式分,有中单链刮板、中双链刮板、边双链刮板和准边双链刮板四种。根据结构分有整体式和分体式两种。根据制造工艺分有轧制式、模锻式和铸造式三种。边双链刮板又称边链式刮板,一般为轧制式;其余三种形式刮板统称中链式刮板,有整体式、分体式、模锻式、铸造式等多种形式。



连接环 连接刮板和链段的构件。根据结构有特制螺栓、U形螺栓、开口式、E形螺栓和压板式五种型式。特制螺栓用于分体式刮板，开口式接链环用于边双链式刮板，其余型式用于中链式刮板的连接。

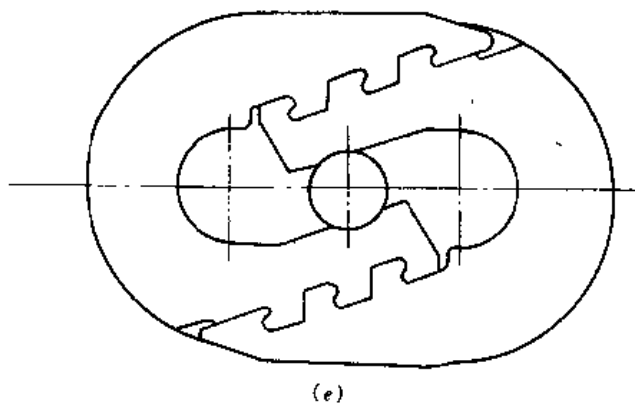
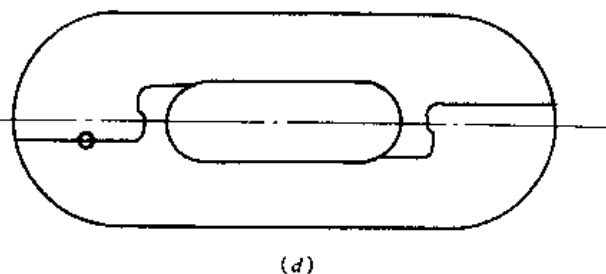
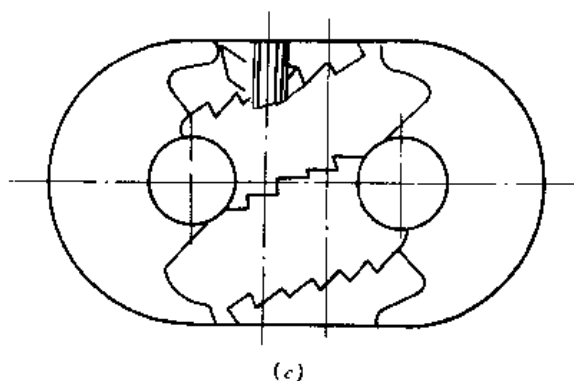
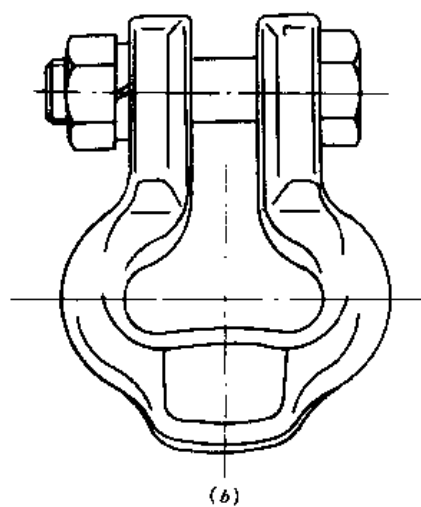
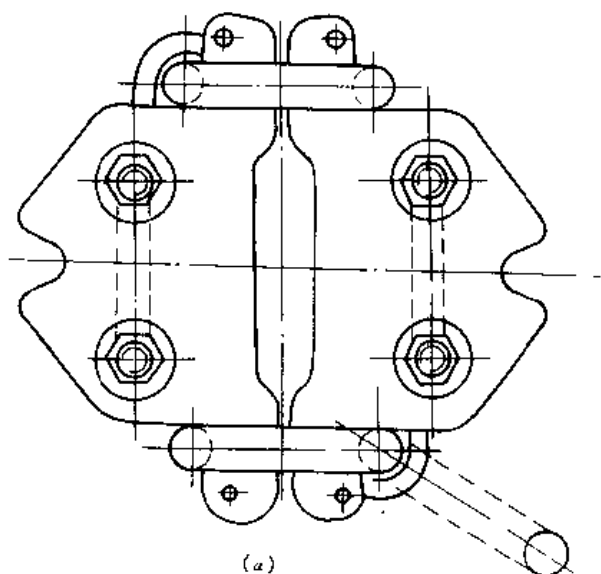
矿用圆环链 多个链环组成的挠性牵引构件。它传递牵引力、支承和导向刮板，具有强度高、抗冲击韧性好、耐磨性强、寿命长的特点。根据结构分为普通矿用圆环链、紧凑链和扁圆链三种型式。

(1) 普通矿用圆环链为多个相同规格的圆断面链环扣接封焊而成的构件，是矿用圆环链的基本型式，根据强度分为B、C、D三级。刮板输送机使用C级圆环链效果最好。

(2) 紧凑链为多个相同规格的平环和变节距紧凑型立环的组件。平环为普通矿用圆环链链环，立环为模锻件，高度与下一档圆环链的高度相当，强度比同档圆环链略高。平环和立环节距的算术平均值与下一档圆环链的节距相当。它可代替普通矿用圆环链，使链条强度提高一档。用于超重型刮板输送机。

(3) 扁圆链为多个相同规格扁圆断面链环扣接封焊而成。外形尺寸和节距与同档圆环链相当，强度与高一档圆环链相当，具有不更换刮板输送机，代替普通矿用圆环链，使强度提高一档的优点。主要用于超重型输送机上。

接链环 连接圆环链段成为封闭式系统的构件。其节距与链环相同，强度不低于链环。根据结构有蛙式、开口式、锯齿式、闭锁式和梯齿式五种（见图）。



接链环

a—蛙式；b—开口式；c—锯齿式；
d—闭锁式；e—梯齿式（圆弧齿）



(1) 蛙式接链环为两个蛙形活接头连接的组件。活接头由链接头、立链环、挡环、U形螺栓及螺母组成。为防止链条下垂引起“掉链”故障,蛙形接链环处的链环数需要比正常刮板间距少2~4环,仅用于中单链链段的连接。

(2) 开口式接链环,又称U形接链环,仅用于边双链链段的连接。

(3) 锯齿式接链环为两个相同锯齿形的半链环嵌装而成的整环,用弹性销固定防松。

(4) 闭锁式接链环为两个带T形链及T形槽的对称半链环拼装而成整环,并用弹性销固定。

(5) 梯齿式接链环,又称圆弧齿接链环。由两个相同有梯形齿的半链环嵌装而成整环,中间用特制销轴固定防松。

(石国祥)

guaban shusongji

刮板输送机 (scraper conveyor) 用刮板链牵引,在槽内运送散料的输送机。其特点是结构简单,牢固,装载和卸载高度低;但运行阻力大易碾碎物料,噪音和能耗大。适用于煤矿井下采、掘工作面、采区顺槽、上、下山巷道运送煤炭或矸石,在地面生产系统和选煤厂中也广泛使用。

基本结构 刮板输送机主要由机头部、机身部、机尾部、刮板链组成(见下页图)。刮板链绕过机头、机尾链轮,呈闭合环路在槽内运行;物料通常在上槽内输送,回空链在下槽内返回。刮板的形状为梯形长方形或长条形等。动力由电动机经联轴器(或液力偶合器)、减速器和链轮组件驱动刮板链推动物料运行至机头部卸载。

分类 刮板输送机按结构分类有:刚性和可弯曲两种型式。刚性输送机多为早期出现的刮板输送机,输送能力小,结构简单、轻便,采用压制中部槽及套筒滚子链或模锻链牵引,一般用于小型煤矿或固定场合;可弯曲输送机多采用矿用圆环链牵引,主要用于移动场合,在煤矿井下采煤工作面中广泛使用,是缓倾斜长壁式采煤工作面主要的煤炭运输设备。按用途分类有:工作面刮板输送机、拐角刮板输送机、桥式转载机和仓式刮板输送机。目前刮板输送机输送能力为30~3500t/h,链条速度为0.6~1.58m/s(转载机最高达2.13m/s),最长运距可达380m。

(常育文)

guaban shusongji dianqi kongzhi

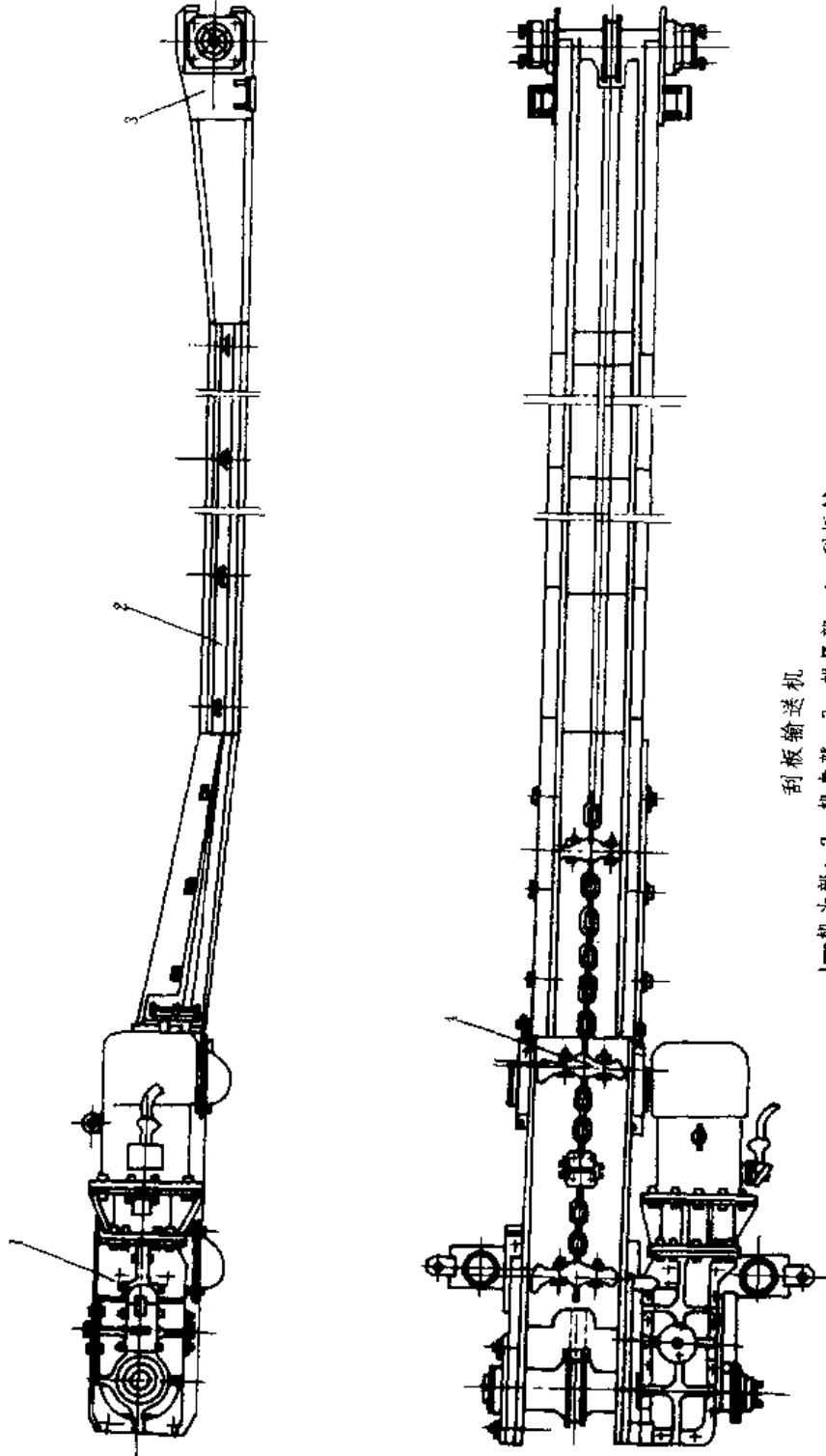
刮板输送机电气控制 (electrical control for scraper conveyor) 对刮板输送机进行单机控制或多机集中程序控制,并实现对电动机故障综合保护的装置。刮板输送机电气控制通常选用矿用隔爆型磁力起动器。对多台输送机集中控制和远距离控制时,选用具有通信、信号、控制功能的集控装置,与磁力起动器配合组成一个完善的系统,可作为刮板输送机和顺槽转载机的集中控制与信号通信设备。

单机控制 单台刮板输送机一般配置1~2台电动机。采用两台电机驱动时,由两台磁力起动器分别控制,可实现联动、同时起动、分别起动或先后顺序起动。由两台起动器引出的控制线进入一个组合式按钮盒来操纵。这种控制方式除开关本身有“起动”与“停止”按钮外,还可以远距离控制。所有“起动”按钮与常开辅助触点并联,所有“停止”按钮在控制线路中串联。

单机的故障保护系统有以下功能:①运转中任一电动机发生短路、堵转及断相故障时,均有熔断器、继电器(或电子式综合保护器)动作,使接触器线圈断电切断电源。②电机过载时,根据过载倍数的大小不同,过载保护按给定的时限动作。③当供电系统及设备电缆的绝缘电阻下降到规定值以下时,漏电保护动作。④对大容量水冷电动机及双速电动机均配备有电机绕组温升极限的过热保护。在达到规定的温度时保护电路动作,切断电源停止运转,温度未恢复到正常允许运转值时,拒绝起动。

一般在采煤机、刨煤机设备上均装有可停止输送机的控制按钮,并有闭锁装置,只有解锁复位后,输送机才能再次起动。在可弯曲刮板输送机卸载端配有转载机情况下,两机控制也有一定程序和闭锁关系。当转载机未开动时,输送机只能点动,不能起动,待转载机起动后,才能起动;转载机停车,输送机也自动停车,以防转载机机尾堆压积煤。

多机集中控制多台输送机构成一条输送线时,采用具有通信、信号、控制系统的集控装置。集中控制可分为用电线进行信号传输的有线集控和以动力电缆载波方式进行信号传输的动力载波集控两种控制方式。集中控制通常由控制台、扩音电话、信号闭锁开关及电铃等组成。控制台对被控制的工作面机械设备有三种不同的操纵方式可供选择:程序A是两个控制系统相互独立;程序B是一个信号系统作用于两个控制系统,另一个信号系统不起作用;程序C是两个信号系统连锁,一个信号系统有故障或闭锁时,另一个系统也不能工作。控制台上的扩音电话有手持式送话器与工作面通话。



刮板输送机

1—机头部；2—机身部；3—机尾部；4—刮板链



成套集控装置的功能：①输送机逆煤流方向延时启动、瞬时停车。由一名司机在首台输送机处集控多台输送机的启动、停止及发送有关信号。②在任一台输送机机头处，能够迅速停止后续（来煤方向）各台输送机。③能够较方便地进行集中控制或分台单独控制方式的转换。④具有完善的通信联络信号，启动时可发预告信号，事故时有报警信号，并可用铃声、灯光、扩音电话多点联系，集中监视信号能随时显示各机运行情况。

沿输送机每一定距离装设一只闭锁开关，从任何位置都能实现停止或闭锁输送机。当输送机启动时，通过预警发生器发出预告信号，传至沿线的各个扩音电话和声光电铃，以保证启动时的安全。

发展趋势 随着采掘机械化的发展，电机容量不断增大，目前，刮板输送机电气控制设备单机容量已达到 250kW，正在研制 400kW。电压由 380V 发展到 660V、1140V，正在研制 3kV（6kV）高压隔爆启动设备。电气控制方式由单机控制发展为多机集中控制。今后随着煤矿自动化程度的提高，将采用可编程序控制器及微机集控技术。

（薛晨放）

guaban shusongji jitoubu

刮板输送机机头部 (drive head unit for scraper conveyor) 刮板输送机驱动装置、机头架、链轮组件、底座等的总称。有驱动、卸载、联接与支承机头锚固装置和推移装置、固定采煤机械牵引链的功能。其驱动装置的布置有并列式、垂直式和复合式多种形式。根据卸载方式，机头部可分为端卸式和侧卸式两种。

端卸式机头部 物料直接从机头架的端部卸载，卸载方向和刮板链运行方向相同。它需要一定的卸载高度以防止块煤堵塞和底链带回煤。根据结构，有普通机头、平机头和短机头三种，均由驱动装置（电动机、联轴器、减速器、齿轮联轴器）、链轮组件、拨链器、机头架、紧链装置和底座等部件组成（图 1）。

电动机 采用矿用隔爆型三相异步电动机，根据电动机定子绕组极数变化分为普通单速输送机电动机和变极双速输送机电动机两种。采用双速电动机时可以省掉液力偶合器，具有启动电压降小、启动扭矩大的优点，主要用在重型和超重型输送机上，是 20 世纪 80 年代末期发展起来的新型输送机电动机。

联轴器 联接电动机与减速器的中间传动部件，有刚性联轴器、弹性联轴器和液力偶合器三种。双速电动机与减速器之间采用弹性联轴器。

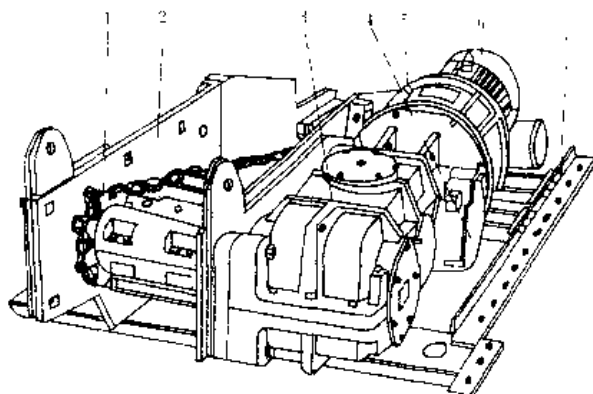


图 1 端卸式机头部

1—链轮组件；2—机头架；3—减速器；4—紧链装置；
5—联轴器；6—电动机；7—底座

减速器 有三级圆锥—圆柱齿轮传动、圆锥—行星齿轮传动、三级圆柱齿轮传动、行星—圆柱齿轮传动和行星齿轮传动五种形式。前两种形式适用于驱动装置的布置为并列式的机头部（又称平行式布置减速器），后三种形式适用于驱动装置的布置为垂直式的机头部（又称垂直式布置减速器）。减速器输入轴或第二轴的轴伸处可装紧链装置。减速器箱体内可装传感器，以便监测减速器及输送机的工作。20 世纪 80 年代末期，研制成机电一体化的行星差速型传动装置，实现了输送机的可控驱动。

链轮组件 由链轮、滚筒、轴（或盲轴）、轴承和密封件等组成，有整体式和剖分式两种。根据刮板链条的布置方式分为中单链型链轮、边双链型链轮、中双链型链轮和准边双链型链轮四种。

拨链器 链轮齿槽中分离刮板链条，以避免“卷链”和“卡链”，使刮板链条顺利回转的构件。有焊接式、铸造式和插板式三种。

机头架 支承和连接机头部各部件的构件，由左右侧板、中板组件和底板等组焊而成。有普通机头架、短机头架和平机头架三种。短机头架和平机头架供特殊需要时采用。短机头架长度通常不大于 1.6m，平机头架的中板近似水平。

紧链装置（见刮板输送机紧链装置）

底座 支承和联接机头架、机头锚固和推移装置的部件。有平板式、横梁式和转动式三种。

侧卸式机头部 物料主要从机头架侧面卸载，卸载方向与刮板链运行方向垂直，同转载机的运输方向一致。侧卸煤流由主煤流、副煤流和粉煤流三部分构成。主煤流沿犁煤板方向从机头架侧卸载口流入转载



机,副煤流反向从犁煤板底部流入转载机,剩下少量粉煤随刮板链通过底板栅孔漏入转载机。具有卸载煤流平滑、动能损失小、块度大、煤尘小、无堵塞、回煤少的优点。根据结构有重叠式侧卸机头部和交叉式侧卸机头部两种形式。

重叠式侧卸机头部 侧卸机头部架内为独立部件,由侧卸机头架、犁煤板、传动装置、链轮组件、拨链器、紧链装置和底座等组成,整体跨置在转载机的上方。适用于巷道卧底的工作面刮板输送机。

侧卸机头架是支承和连接侧卸机头部各部件的主体构件,由左右侧板、中板组件和底板组焊而成,两侧有特制卸载口供主副煤流卸载用,底板上有漏煤栅孔可漏掉剩余粉煤。犁煤板装在侧卸机头架上方,导向卸载煤流(图2)。

交叉式侧卸机头部 侧卸机头架与转载机机尾架合为一体,由交叉侧卸机架、犁煤板、传动装置、链轮组件、拨链器、紧链装置和底座等组成。刮板输送机的刮板链与转载机的刮板链交叉布置,从上至下的顺序是输送机上链—转载机上链—输送机下链—转载机下链。它具有高度低、结构紧凑、管理方便、能充分发挥侧卸机头部卸载煤流平滑、动能损失小、块度大、煤尘

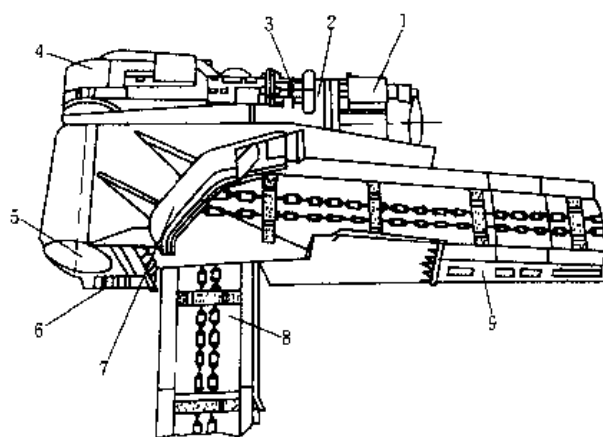


图2 重叠式侧卸机头部

- 1—电动机; 2—联轴器; 3—紧链装置;
4—减速器; 5—侧卸机头架; 6—底座;
7—犁煤板; 8—转载机; 9—过渡槽

小、无堵塞、回煤少的优点,适用于巷道不卧底的工作面刮板输送机,是20世纪90年代重型和超重型刮板输送机广泛使用的新型机头部(图3)。

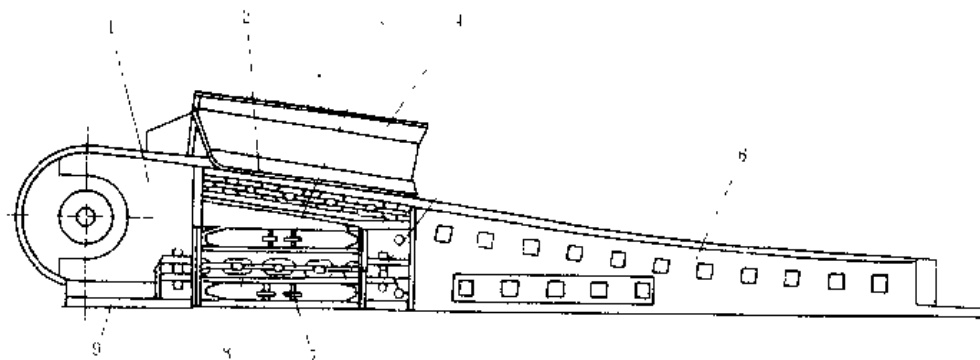


图3 交叉式侧卸机头部

- 1—交叉侧卸机架; 2—输送机上链; 3—转载机上链; 4—犁煤板; 5—联接销;
6—过渡槽; 7—转载机下链; 8—输送机下链; 9—底座

(石国祥)

guaban shusongji jiweibu

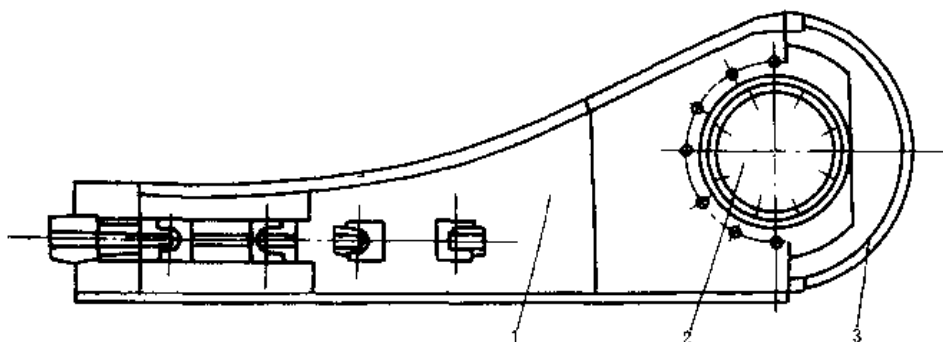
刮板输送机机尾部 (drive end unit for scraper conveyor)

使刮板输送机刮板链返回运行组件的总成。中型、重型和超重型刮板输送机机尾部兼有辅助驱动、联接与支承机尾锚固装置和推移装置、固定采煤机械牵引链的功能。根据其驱动装置的布置有并列式、垂直式和复合式等多种型式;根据机尾部的结构

和功能可分普通式、辅助驱动式、转接式和可伸缩式四种。

普通式机尾部 仅有回链功能。根据结构分敞底式和封底式两种,根据外形有长机尾部和短机尾部两种。由机尾架、尾轮组件和回煤罩组成(见下页上图),主要用在轻型刮板输送机或转载机上。

辅助驱动式机尾部 由驱动装置(电动机、联轴



普通式机尾部

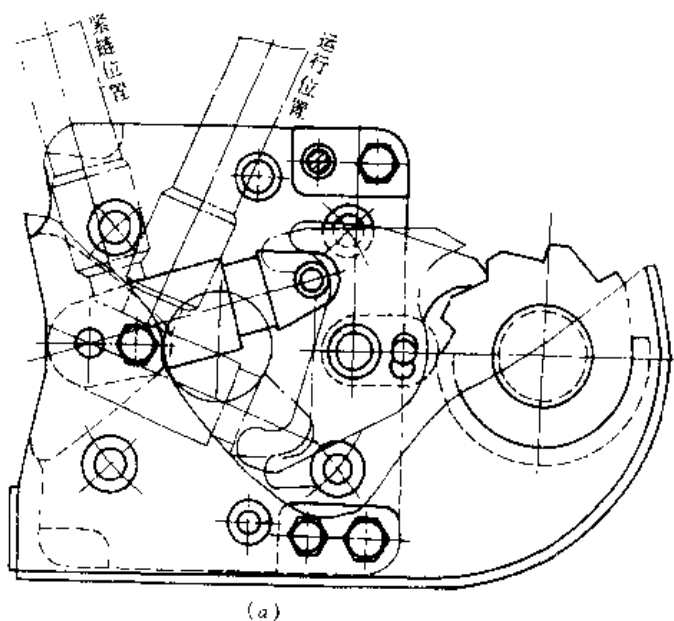
1—机尾架；2—尾轮组件；3—回煤罩

器、减速器、齿轮联轴器)、链轮组件、拔链器、机尾架、底座和回煤罩组成。除机尾架和回煤罩外,其余部件可与机头部互换使用。有使链条回转和类似机头部的驱动、联接等功能,适于中型、重型或超重型刮板输送机使用。

转接式机尾部 又称传递式机尾部,将减速器输出的动力,通过一对齿轮传递给链轮。除机尾架和回煤罩外,其余部件与机头部相同,可互换使用。有降低机尾链轮高度,改善减速器安装位置,有利于采煤机自开机窝的优点,主要用于超重型刮板输送机上。

可伸缩式机尾部 可伸长或缩短的机尾部。机尾架由固定部分和活动部分组成,活动部分靠液压缸伸缩,其余部件与机头部相同,可互换使用。具有紧链方便、安全可靠的优点,主要用于重型和超重型刮板输送机上。

(石国祥)



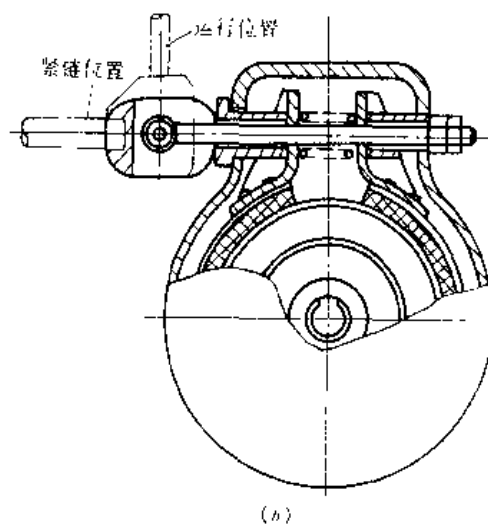
(a)

guaban shusongji jinlian zhuangzhi

刮板输送机紧链装置 (chain tensioner for scraper conveyor) 又称张紧装置。调整刮板输送机刮板链条预张力的装置,通常由紧链器和阻链器组成。

紧链器 直接或配合刮板输送机减速器对链条施加张力的机构,有棘轮插爪式、抱闸式、闸盘式、液压马达式和液压千斤顶式五种形式(图1)。液压千斤顶式紧链器两端有挂钩,可将被拆开的刮板链两端固定,不需用阻链器。

棘轮插爪式紧链器 由棘轮、插爪等件组成。棘轮安装在刮板输送机减速器第二轴轴伸上,当电动机反转使链条达到一定张力后停车时,用手柄将插爪插入棘轮齿槽内,通过减速器将张紧的链条固定。这种紧链器用于早期的轻型刮板输送机中,它的缺点是操作费力,不安全,只能凭经验控制紧链力。



(b)

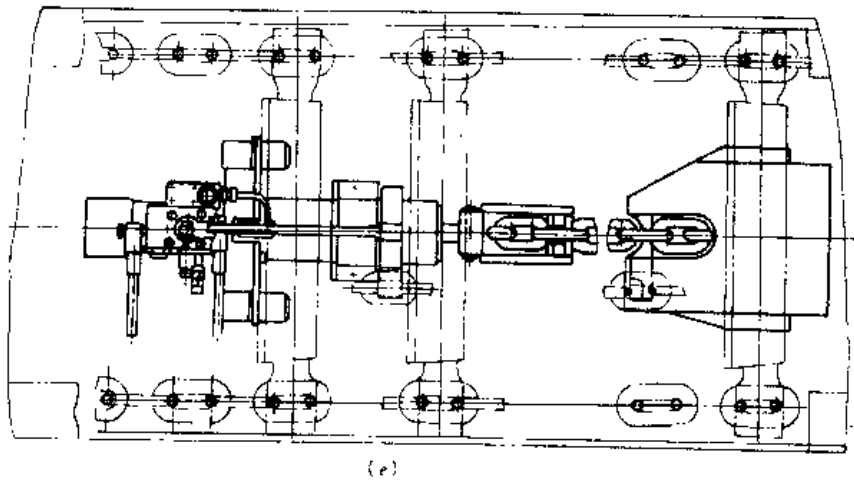
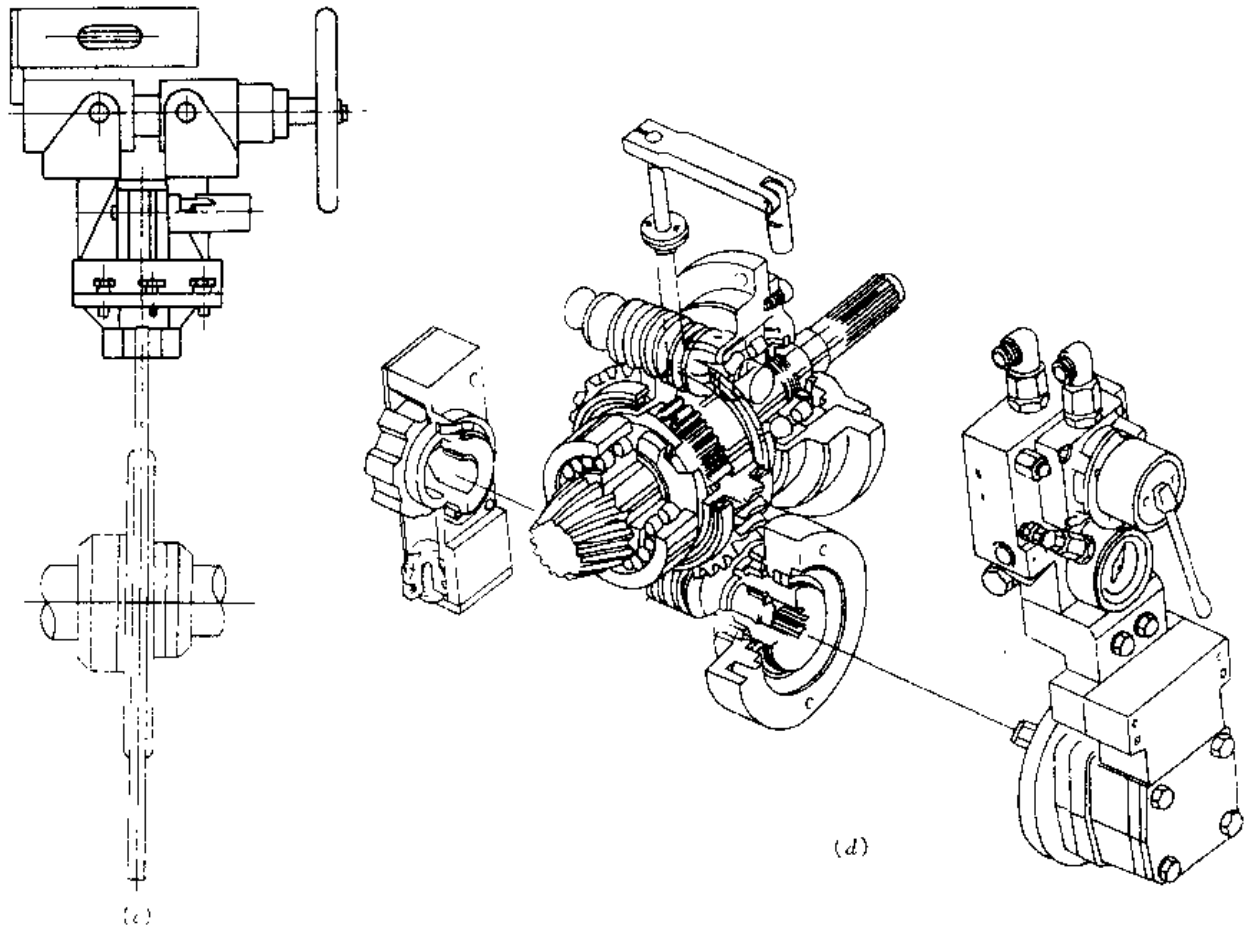


图1 紧链器结构

a—棘轮插爪式紧链器；b—抱闸式紧链器；c—闸盘式紧链器；
d—液压马达式紧链器；e—液压千斤顶式紧链器

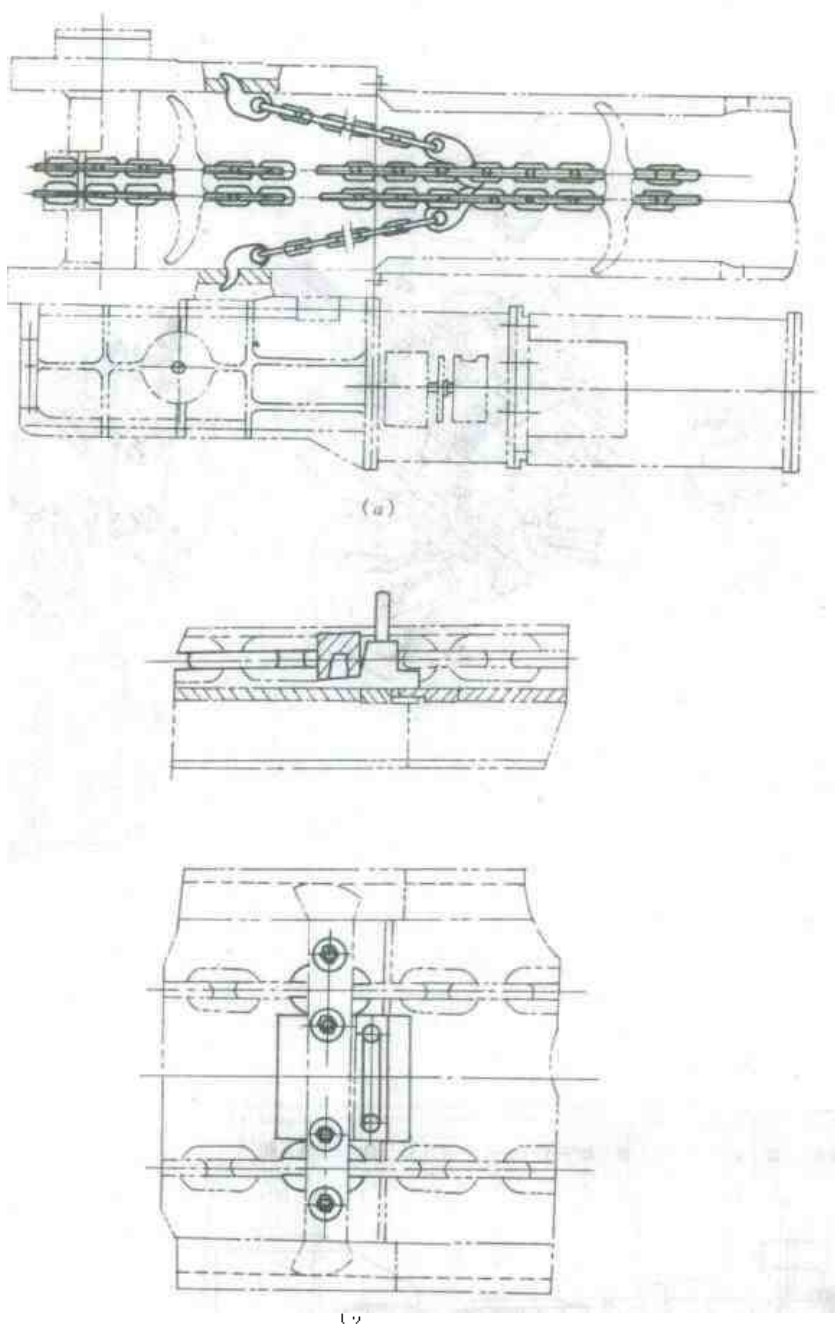


图2 阻链器结构

a—链条挂钩式阻链器；b—楔块式阻链器

抱闸式紧链器 由制动轮、闸带、偏心轮等件组成。制动轮装在刮板输送机减速器第二轴轴伸上，制动时，利用偏心轮使闸带抱紧制动轮，对减速器进行制动从而紧链。抱闸式紧链器结构简单，操作省力，安全可靠，但不能准确控制紧链力。它逐渐取代棘轮插爪式紧链器，用于轻型或中型刮板输送机。

闸盘式紧链器 由手动张紧器、安装在刮板输送机电动机与减速器连接罩筒上的制动钳和固定在刮板

输送机减速器输入轴上的制动盘等主要部件组成。手动张紧器由手轮、活塞、油缸、压力指示器等组成，手轮与活塞通过螺纹相联接。制动时，转动手轮，使制动钳压向制动盘产生制动力，制动减速器从而紧链；同时，活塞向前移动，压缩油缸内的液压油使压力升高并通过压力指示器显示出来。由于油的压力和制动力成正比，故可将制动力由刻度上直接读出。闸盘式紧链器的优点是结构简单，安全可靠，缺点是制动力大时操作费力，多用于中型或重型刮板输送机中。

液压马达式紧链器 由液压马达、减速器、阀组等部件组成。动力源乳化液来自液压支架用乳化液泵站。紧链时，液压马达使刮板输送机减速器反向慢速转动将链条拉紧，当链条张力上升到使液压马达的工作压力，达到其安全阀的整定值时，马达停转。液压马达式紧链器的优点是：无级调速，慢速张紧链条，可控制紧链力，操作简单，安全可靠。它是目前生产的紧链器中性能最完善的一种，但结构较复杂。这种紧链器多在重型或超重型刮板输送机上使用。

液压千斤顶式紧链器 由液压千斤顶、阀组、钩板以及紧链钩等组成。紧链时，将紧链器放在刮板输送机中部槽上，利用缸体上的钩板和固定在活塞上的紧链钩，分别钩住被拆开的刮板链两端的刮板，通过操纵阀收缩活塞

杆，即可将链条拉紧。紧链力的大小由压力表显示。由于紧链千斤顶的张紧力是直接作用在刮板链上的，需要大的活塞面积以获得较大的紧链力，造成体积大、笨重，紧链时装卸不便，现已不再使用。

阻链器 在紧链时将链条的另一端固定住的装置，有链条挂钩式和楔块式两种（图2）。

链条挂钩式阻链器 两端带有挂钩的短链条。使用时，将两端的挂钩分别插入机头架的固定孔和刮板



链的链条孔内,紧链时,刮板链藉固定于机头架上紧链挂钩的作用而被固定住。

楔块式阻链器 底面带有突出条状或两个突出圆柱体的楔形挡块。使用时,将阻链器置于中部槽或过渡槽上,使条状体嵌于两中部槽中板间的缝隙内或使两个圆柱体插入中部槽或过渡槽中板上的两个销孔内,固定阻链器,紧链时,刮板反向运行,直到刮板被楔紧、挡住,刮板链被固定。

(常育文)

guaban shusongjiqun jizhong

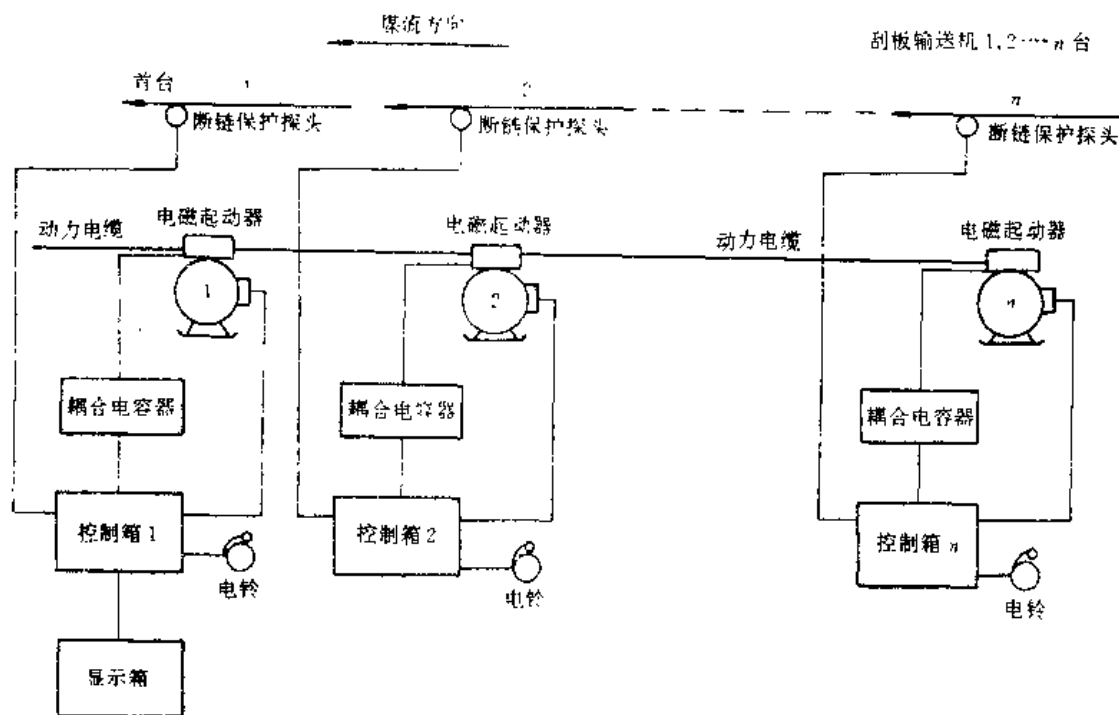
kongzhi zhuangzhi

刮板输送机群集中控制装置 (centralized control unit for scraper conveyors) 用于对多台刮板输送机组成的输送机群进行集中控制的成套装置。集中控制装置由控制、显示和保护等部分组成。

可集中控制输送机按逆煤流方向延时起动,瞬时停车。通过保护装置能对刮板输送机断链、跳链、刮板偏斜和电机堵转等故障起保护作用。

刮板输送机群集中控制装置的信息传输通道有专用电缆、信号照明电缆和动力电缆三种。传输方式,早期采用实线传输,随着技术的发展出现了频分制、时分制的方式,较多采用是频分制中的动力线多路载波方式。其载波频率及路数,发射机功率及频率稳定度,接收机灵敏度及选择性,断链保护装置的工作距离及动作整定时间等是该传输方式的技术要素。

刮板输送机动力线载波集中控制装置如图所示。每台输送机设一台控制箱其内部装有信号联络及控制用发射机、接收机,以及保护电路和电源等。首台输送机设有显示箱,内部装有几个接收机,可显示输送机开停状态。每台输送机上装有断链保护探头,并与控制箱相连。控制箱由每台电磁起动器取得 36V 电源,



刮板输送机动力线载波集中控制装置原理方框图

并控制电磁起动器闭合或断开,还可控制电铃发出声响。控制箱和显示箱中的发射、接收电路经耦合电容与动力线连接。

通过动力线多路载波传输信息,能够完成信号联络,起动预告、逆煤流延时顺序起动,瞬时正常停车和从故障输送机开始逆煤流方向各台输送机连锁停车。

(刘树夫)

guaban shusongji shuangsu dianji

刮板输送机双速电机 (two speed motor for scraper conveyer) 用于刮板输送机、具有两种速度的交流异步变速电动机。可通过改变电动机定子绕组的极数实现调速。

工作原理 三相交流异步电动机定子对称三相绕组,通以对称三相交流电流后,产生旋转磁场 n_s ,它与

电源频率 f 、极对数 p 之间关系为:

$$n_s = 60f/p,$$

电机转速为:

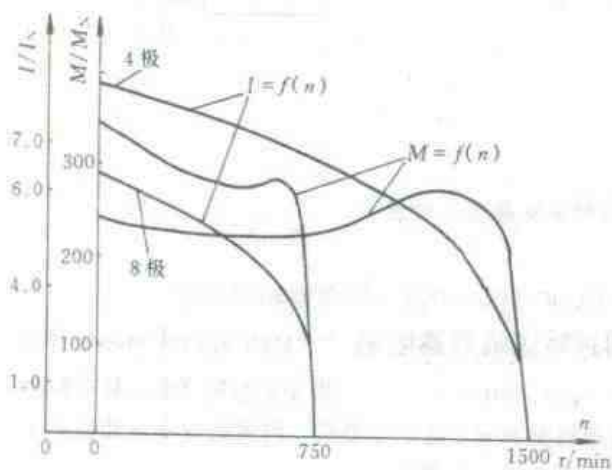
$$n = n_s (1-s) = \frac{60f}{p} (1-s), \text{ r/min}$$

式中 s 为转差率, %。

当电源频率一定时, 改变绕组的极对数 p 就可改变 n_s , 也改变了转子转速 n ; 极对数愈多, n 愈小。根据变极调速理论, 定子绕组极数变换时, 转子也要相应改变极数, 因为旋转磁场拖动力矩的产生, 极数的改变必须在定子和转子上同时进行。鼠笼型转子的极数能自动跟随定子极数变换, 它的转子能适应定子绕组的磁势分布, 因此变极调速电机一般为鼠笼型。

分类 定子绕组可分为单绕组和双绕组。单绕组是定子上只有一套绕组, 改变其不同的接线方法, 可得到不同的极数, 通常称单绕组变极调速; 定子上有两套不同极对数的独立绕组, 通常称双绕组变极调速。

根据绕组连接方式和排列方案的不同, 变极调速电动机在不同极数时, 转速、转矩、输出功率也不相同, 一般有恒功率调速、恒转矩调速和介乎二者之间的可变转矩调速三种情况, 从而获得三种不同的机械特性。刮板输送机所用的双速电机要求低速时具有较大的起动转矩、较小的起动电流, 起动后随着负荷逐渐减轻, 然后转换至高速运行。对低速绕组、高速绕组不同的技术指标, 选用可变转矩调速方案。八极低速用于起动、四极高速为运行绕组。根据刮板输送机运行工况, 电机通常采用双绕组方案, 即定了具有两套相互独立的低速、高速绕组的双绕组变极双速电机。其转矩、电流、转速特性曲线如图所示。



双速电机转矩、转速、电流特性曲线图

基本结构 双速电机为矿用隔爆型。电机的冷却方式分风冷、水冷两种; 电机绝缘一般为 F 或 H 级; 电机额定电压为 380V、660V、1140V; 同步转速为 1500/750r/min; 电机的低、高速均采用连续工作制 S_1 ; 两个动力线入口分别由电缆接通低速、高速绕组。

简史 德国于 1966 年研制成功矿用双速电机, 用在刨煤机和工作面刮板输送机驱动上。英国 1978 年研制的双速电机, 主要用在刮板输送机上, 近年来发展迅速, 最大容量可达 525kW。中国从 1983 年开始研制矿用双速电机, 目前从 22~400kW 基本成系列。

(薛晨放)

guabanshusongji zhengji shiyan

刮板输送机整机试验 (testing of scraper conveyor)

在建有模拟井下运输工况系统的专用试验室中, 按照规定的程序和内容, 对刮板输送机的性能指标、主要参数进行检测和考核, 以验证刮板输送机的输送量、功率、链条拉力与互换性等主要技术指标, 并为发展刮板输送机提供实验依据。

试验类型 分为型式试验和研究性试验两种。

型式试验 对整机技术指标、结构特性和外观质量等进行全面检验, 以评定产品质量是否全部符合产品标准或设计文件中规定的要求。对已批量生产的刮板输送机要进行周期性抽检, 以检查其制造质量稳定性。对新产品的检测试验结果将作为产品鉴定的依据之一。

研究性试验 对某些技术特性和结构特性进行测试和研究的试验。例如: 刮板链的动应力试验、铲煤板装煤效果试验、机头侧卸结构试验、研究链条预张力大小对链条张力和电动机功率消耗的影响、测量链条内的张力以进行链条动力学分析和确定刮板链的移动阻力、研究多电机传动功率分配及对输送机性能的影响等。

试验内容 在地面上, 按刮板输送机的设计长度和水平铺设条件下, 分别在空运转和负载状态下进行。基本内容有: 性能指标测量、结构特性检查和试验、零部件互换性和组装质量检查、外观质量检查。

性能指标测量 包括: 运输量、每米长度上的装煤量、电动机空运转和满载功率、电压、电流、各电动机之间的功率分配、电动机转速、链速、链条预张力、链条拉力、链条安全系数、回煤量和回煤消耗功率等的测量。同时监测减速器的油温、电动机壳温以及各部位的噪声。

结构特性检查和试验 包括: 传动部过载保护装置检验(偶合器的易熔塞、易爆塞或剪切销等), 紧链



机构试验,上底链装置试验,频繁启动试验,中部槽水平和垂直弯曲性能试验等。

零部件互换性和组装质量检查 包括:主要零部件尺寸的抽检,链条长度或配对长度的检验,各部件连接部位错口量抽检,链轮、舌板和拨链器之间的安装质量、无链牵引齿轨的安装质量以及配套的采煤设备相关尺寸检查等。

外观质量检查 包括:油漆质量、减速器、偶合器和传动件密封结构有无油液渗漏,各结构件焊缝外观质量等。

加载方法 刮板输送机负载试验,可以采用闭式循环加载和制动方式加载两种加载方法。

闭式循环加载 用循环运输系统不断地向被试刮板输送机装入煤炭。该运输系统是一个矩形闭合运输加载系统,由被试刮板输送机、与被试刮板输送机并列布置的胶带输送机以及分别安装在它们两端的两台转载机构成。在胶带输送机的卸载端安装一台煤仓输送机或者安设一个储煤仓,以控制装入或卸出循环加载系统的煤炭量。另外,胶带输送机安装有皮带秤,用来测量被试刮板输送机的运输量。被试刮板输送机卸载端的转载机可设计成可变速的,以便试验被试刮板输送机 and 转载机之间的链速比例关系和被试刮板输送机机头的卸载煤流状况。沿被试刮板输送机一侧可装设推移千斤顶,以进行被试刮板输送机的弯曲性能试验和铲煤效果试验。

制动方式加载 对被试刮板输送机刮板链施加制动负载,以达到加载的目的。在被试刮板输送机的机尾安装一台水力测功机,它由被试刮板输送机的刮板链来传动,改变水力测功机的水流量来改变被试刮板输送机的负载。也可在被试刮板输送机的机尾传动部安装一台同步发电机,调节其励磁即可改变被试刮板输送机的负载。

参数测量 整机试验需进行测量的主要技术参数为:输送量、电动机和链轮转速、链速、空运转功率、满载功率、链条拉力、链条预张力、温度。

输送量 按设计长度水平铺设,当电动机达到额定输入功率时所具有的小时输送能力, t/h 。有两种测量方法:①从加载的胶带输送机的胶带电子秤显示器上直接读出小时输送量和累积输送量。也可以将电子秤的信号经过放大器传输给记录仪表,记录输送量的变化情况。②收集被试刮板输送机中部槽内一定长度上的运送煤炭,得出每米长度上的煤炭重量,并实测链速,计算小时平均输送量。

电动机和链轮转速 旋转件每分钟旋转次数, r/min 。可用光电转速传感器或电磁感应转速传感器和

记录仪表测量转速随时间变化的关系。也可用手持式转速表直接测量。

链速 刮板链的平均移动速度, m/s 。可用电动机或链轮转速的测量平均值计算刮板链速。也可直接用秒表测量刮板链通过中部槽的时间,计算出链速。

空运转功率 在刮板链预紧到额定功率运转所需最小链条预张力的条件下,刮板输送机空运转时,电动机输入功率的平均值, kW 。采用功率传感器测量。该功率传感器由电压互感器、电流互感器、电压变换器、电流变换器和功率变换器组成,可同时输出电压、电流和功率的模拟直流信号,三个测量信号经传输导线分别输入各自的放大器,经调节器再输入到记录仪。也可以由计算机采集处理后直接打印出测量结果。

满载功率 刮板输送机在额定输送量的条件下,电动机输入功率的平均值, kW (测量方法同空运转功率测量)。

链条拉力 传动部通过链轮施加给链条的牵引力, kN 。此力沿输送机长度是变化的。在刮板输送机每条链股内,分别安装贴有应变片的圆环链拉力传感器。当刮板输送机运转时,拉力传感器输出的链条拉力信号,通过测量导线输入交流放大器或直流放大器,由记录仪记录测量信号。当刮板输送机在静止状态时,拉力传感器的测量值为链条预张力值。在输送机机头和机尾附近的每条链股内,各安装一个拉力传感器时,则可同时测出链条移动时,在机头、机尾附近的拉力值。由此可以导出输送机启动和运行时,刮板链和负载的移动阻力系数。

链条预张力 刮板输送机在额定输送量负载下,为保证圆环链与链轮能够正常啮合,需要对静止链条预先张紧的内力, kN 。可用圆环链预张力测量器直接进行测量。

温度 使用热电阻或热电偶直接测量减速器油池中的油温及减速器和电动机各部位的壳温。也可以将热电偶和热电阻的输出信号经调节器输入给多点温度记录仪记录温度变化。

简史和发展趋势 联邦德国、英国、前苏联等于60年代开始,相继建立了刮板输送机地面整机试验场和试验台。用联邦德国于1968年和1970年相继建立了两个长100m、宽35m、高13m的充气大厅,其中一个大厅作为工作面刮板输送机的试验场。英国于1978年建立了两条用于试验刮板输送机整机的拱型走廊,一条长280m、宽7m,试验能力为1200t/h;另一条长250m、宽5m,试验能力为500t/h。被试输送机的铺设长度可达230m。两条走廊内部均设有闭式循环加载系统和数据测量系统。前苏联各煤矿机械研究院和刮板

输送机制造厂都有各自的刮板输送机整机试验台。被试刮板输送机的试验长度一般小于 150m。中国于 1985 年在太原建成了刮板输送机整机试验场。试验场长 224m、宽 12m，内设有闭式循环加载系统。被试刮板输送机长度可达 200m，运输能力 1000t/h。今后刮板输送机整机试验除了进一步完善地面试验内容、开发新的测试技术、改进试验方法外，还应当积极开展输送机的井下试验，并研制适用于井下的传感器及测量仪器仪表。

参考书目

A. B. 多库金, П. B. 谢缅恰, E. E. 高利德布赫特; Ю. A. 基斯林, 周公韬沈世华译, 《提高采煤机械的强度与耐久性》, 煤炭工业出版社, 1985。

(贺汝成)

guabanshusongji zhongbucao shiyan

刮板输送机中部槽试验 (testing of scraper conveyor linepan)

在专用的试验台架上, 按规定的方 法和内容, 对刮板输送机中部槽及其连接装置的机械强度和可弯曲性能进行检测和考核, 以验证其设计、加工质量。

试验内容 包括拉伸试验、水平弯曲承载试验、垂直弯曲承载试验、推拉寿命试验及水平剪切试验等 5 项。根据中部槽型式及其连接装置的方式不同, 其试验内容亦有所不同。

拉伸试验 模拟刮板输送机由传动力、锚固力和重力所产生的复合负载, 对中部槽及其连接装置进行组合拉伸试验, 考核中部槽连接销、连接耳(座)及高锰钢焊接接头的抗拉强度。试验时, 由安装在中部槽两侧的加载油缸通过一连接装置把拉力负荷传递给中部槽及其连接件(图 1)。由于整个加载装置为铰接和对称结构, 可保证两端的连接装置只承受纯拉力, 同时将拉力负荷均匀地分布在中部槽及其连接装置上。由拉力传感器、位移传感器、放大器和记录仪测量并记录加载量和变形量。

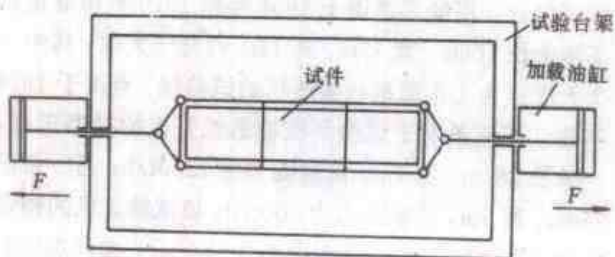


图 1 拉伸试验示意图

水平弯曲承载试验 模拟井下刮板输送机推移过程中输送机弯曲、外侧中部槽及其连接装置承受拉弯复合载荷的状况, 对中部槽及其连接装置做水平弯曲横向加载试验。测量中部槽及其连接件水平弯曲的最大偏转角度, 检验其可弯曲性能。同时, 测量中部槽及其连接装置承受横向载荷的强度极限。试验时, 水平加载点与支承点对称(图 2), 横向力 F_Q 可按标准规定逐级加载到规定值或加载至中部槽连接件折断为止。测量横向力 F_Q , 中部槽及其连接装置的水平弯曲角 α_Q 和槽间隙 S_Q 。

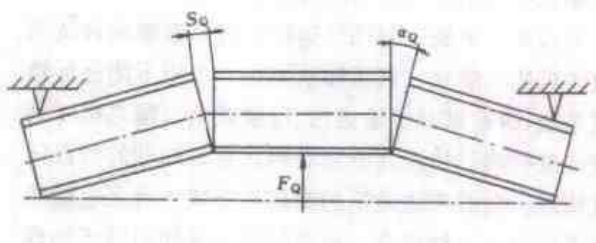


图 2 水平弯曲承载试验示意图

垂直弯曲承载试验 刮板输送机在井下工作面铺设时, 因底板起伏不平, 要求中部槽及其连接装置能垂直弯曲, 并承受由于采煤机或刨煤机和推移油缸工作时所产生的垂直载荷(图 3)。垂直载荷 F_v 从中心处对称地施加在中部槽上, 直到连接装置断裂为止, 或按标准规定的最大垂直力加载。通过传感器、放大器及记录仪连续测出所加垂直力 F_v , 并测定中部槽及其连接装置的垂直弯曲角 α_v 和槽间隙 S_v 。

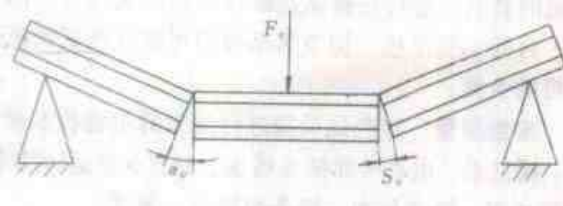


图 3 垂直弯曲承载试验示意图

推拉寿命试验 模拟井下液压支架工况对中部槽及其连接装置进行推拉交变疲劳寿命试验。主要考核中部槽槽板与中板的焊接强度和各连接构件的工作可靠性。试验在特制的试验台上进行。一般选取 3 节中部槽通过自身的连接件连接为一组合试件(图 4)。试验台通过一个油缸施加负载, 由电液比例控制阀调节加载量, 计数器自动记录加载循环数。

水平剪切试验 模拟液压支架移架时的负荷工况,

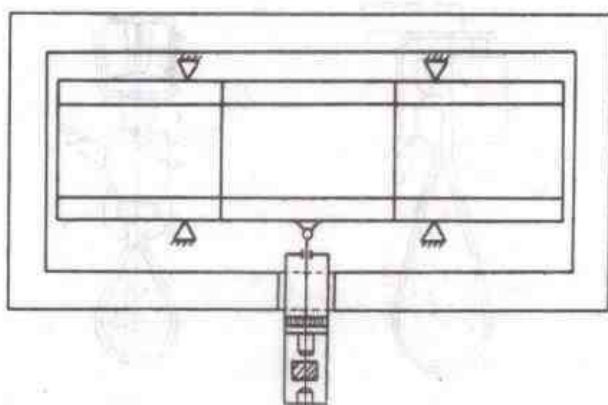


图4 推拉寿命试验示意图

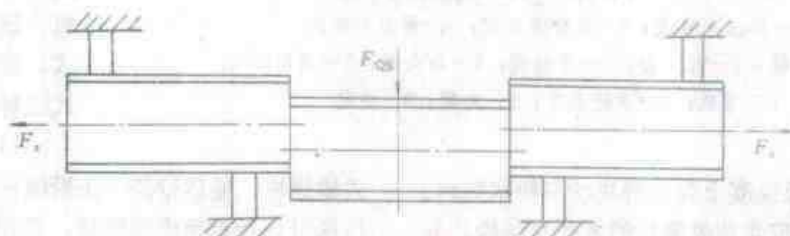


图5 水平剪切试验示意图

考核中部槽及其连接装置承受横向挤压负荷的能力(图5)。主要测试参数为剪切力 F_{qs} 、纵向拉力 F_l 和相邻中部槽的位移量 Q 。

(罗庆吉)

guaijiao guaban shusongji

拐角刮板输送机 (corner scraper conveyor)

机身在工作面和运输顺槽交汇处呈 90° 弯曲设置的工作面刮板输送机。机尾部在工作面的上端,机头部安放在离开工作面的运输顺槽中,刮板链作直线—拐角 90° —直线运动。

主要特点是采煤机械可在接近 90° 弯槽处运行,易于实现自开切口;在前进式采煤法中,可使工作面回采与上、下顺槽掘进同时进行。由工作面运来的煤炭通过 90° 弯槽可直接运送到顺槽中的后续输送机中,消除了工作面端头处的原煤卸载,从而减少了煤的破碎,降低了端头处的空气含尘量以及回链槽的煤粉堆积,也取消了与工作面刮板输送机相连接的桥式转载机并减少了转载点的其他设备。由于机头远离工作面端头,使端头更便于维护。这种运输系统可减少设备、降低工作面端头处的辅助劳动和提高工作人员的安全性。

拐角式刮板输送机的转向方式、结构型式及特点见右栏表。

第一台拐角刮板输送机是联邦德国于1974~

转向方式	结构型式	特点
滑动槽式	90° 弯槽	回转半径大,当链条拉力大时,弯槽温度迅速上升,磨损加剧
转向盘式	整体回转轮	回转半径小,刮板间距小,刮板链重量大,刮板端头和回转轮磨损小,占地面积大
转向滚轮式	多个转动滚轮	转向半径大,需要特殊刮板,占地面积小

1975 年期间设计制造的,但 90° 拐角装置运行状况不佳。1979 年,联邦德国采用特殊重型刮板链,在 90° 拐角装置中运行获得良好效果。拐角式刮板输送机的装机功率已达 720kW。

(常育文)

guanzhuang daishi shusongji

管状带式输送机 (tubular belt conveyor)

承载和回程分支的输送带卷曲成管形的带式输送机。它是一种兼有管道输送和带式输送的新型输送机,具有输送倾角大,曲率半径小,机身横截面积小,三维空间弯曲输送,输送带不跑偏,便于输送线路布置、维护、管理等优点,但物料的块度受输送带宽度限制,不宜用于输送线路短而又要多处受料或卸料的场合(导辊滚轮式管状带式输送机除外)。用于输送煤炭、矿石、

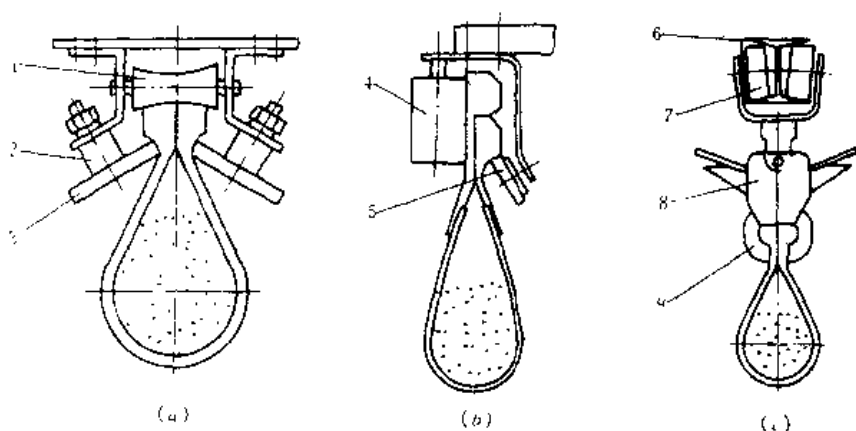


图1 吊挂式管状带式输送机结构示意图

a—吊挂托辊式；b—导辊滚轮式；c—滑车夹钩式

1—压辊；2—防尘盖；3—吊挂辊；4—导向辊；5—滚轮；

6—导轨；7—滚轮小车；8—夹臂；9—夹钩

粮食、水泥、纸浆以及混凝土等各种块状与粉状物料。

根据运行区输送带卷曲成管状的方式与结构，分为吊挂式与框架式两大类。

吊挂式管状带式输送机 输送带被专用吊具悬挂的管状带式输送机（图1）。它按吊挂方式又可分为吊挂托辊式、导辊滚轮式和滑车夹钩式三种。

（1）吊挂托辊式管状带式输送机 用两个吊挂托辊和一个压辊将输送带卷曲成管状，并利用输送带的凸状边缘把输送带吊挂起来，然后象普通带式输送机那样依靠摩擦传动原理运行，由驱动滚筒带动输送带实现物料输送的输送机（图1a）。

（2）导辊滚轮式管状带式输送机 在承载物料的输送带两边硫化有凸缘，凸缘内有钢丝绳，用于承受驱动装置产生的张力，凸缘为倾斜支撑滚轮与垂直导向辊提供导向作用（图1b）。输送带在垂直布置的卸料滚筒处全部打开，实现垂直卸料。输送机最小曲率半径可达0.4m。与其它类型管状带式输送机相比，其突出优点是便于实现多点受料与多点卸料。

（3）滑车夹钩式管状带式输送机 输送带具有特制的棒状边棱，专用吊具夹持在两棒状边棱的接合部位，使输送带的横截面成为扁管形，在其中装载物料。吊具上部是一个有4个滚轮的小车，靠滚轮吊挂在导轨的下翼缘上（图1c）。吊具间距为1.2~1.5m，各吊具间用钢丝绳联接，形成一个封闭回路。驱动力由传动滚筒传给输送带，带着各个吊具在导轨上一起运行。在经过各滚筒时，输送带脱离吊具并展平。在受料区与卸料区，输送带被成槽托辊引导，由平形逐步过渡到U形，然后再形成管形并被吊具夹持与吊起。为了使回程

分支的输送带也成为管形，输送带在绕过卸料滚筒（或张紧滚筒）之后需要翻转180°，而在尾部滚筒之前，输送带还要翻转180°才能恢复原状。这种输送机在中国应用较多，是一种较为成熟的吊挂式管状带式输送机。

框架式管状带式输送机 输送带被安装在框架端盘上的托辊所包围，卷曲成管状，采用输送带重叠搭接方法来实现管状封闭的输送机。该机又可分为自行封闭式、圆形端盘式和矩形端盘式三种（下页图2）。

（1）自行封闭式管状带式输送机 输送带是一条沿纵向剖开的圆胶管，在运行区可自行封闭成圆管状，只在受料区与卸载区展开成平面状的输送机（下页图2a）。输送机的承载分支有4个托辊，布置成V形的两个托辊用于支承输送带与物料重量，侧面的两个互相平行的托辊用于阻止输送带向两边摊开。回程分支的直线段用两个V形托辊托住搭接口朝下的输送带。曲线段有四个托辊，其中两个V形托辊托住输送带，另外两个互相平行的侧托辊用于承受输送带张力所产生的径向力。

（2）圆形端盘式管状带式输送机 承载与回程分支共有12个托辊，分为两组安装在圆形端盘的两个平面上，分别组成两个正六边形截面（下页图2b）。托辊相互交错布置以避免输送带与托辊端面接触而磨损。如果输送机机架中心线与弯曲线路走向不一致，可调整端盘位置使输送带正常运行。

（3）矩形端盘式管状带式输送机 是管状带式输送机中应用最广、技术最为成熟的一种。其承载与回程分支共有12个托辊，分成两组，安装在矩形端盘的两个平面上，分别组成两个正六边形截面（下页图2c），托辊布置在同一垂直面内。在受料区，输送带在滚筒处为平直状态，然后逐步过渡到U形状态，最后成为管形。在卸载区其过程正好相反。由于输送带被6个托辊包围形成管形，除存在运行阻力外，还存在着管形阻力、刚性阻力和弯曲阻力等，因此输送机所需功率要增大。输送机可弯曲运行，对尼龙芯输送带，其曲率半径须大于300倍管径；对钢丝绳芯输送带其曲率半径须大于700倍管径。物料装载面积超过圆管横截面积的75%，最大块度小于管径1/3时，输送机方可正常运

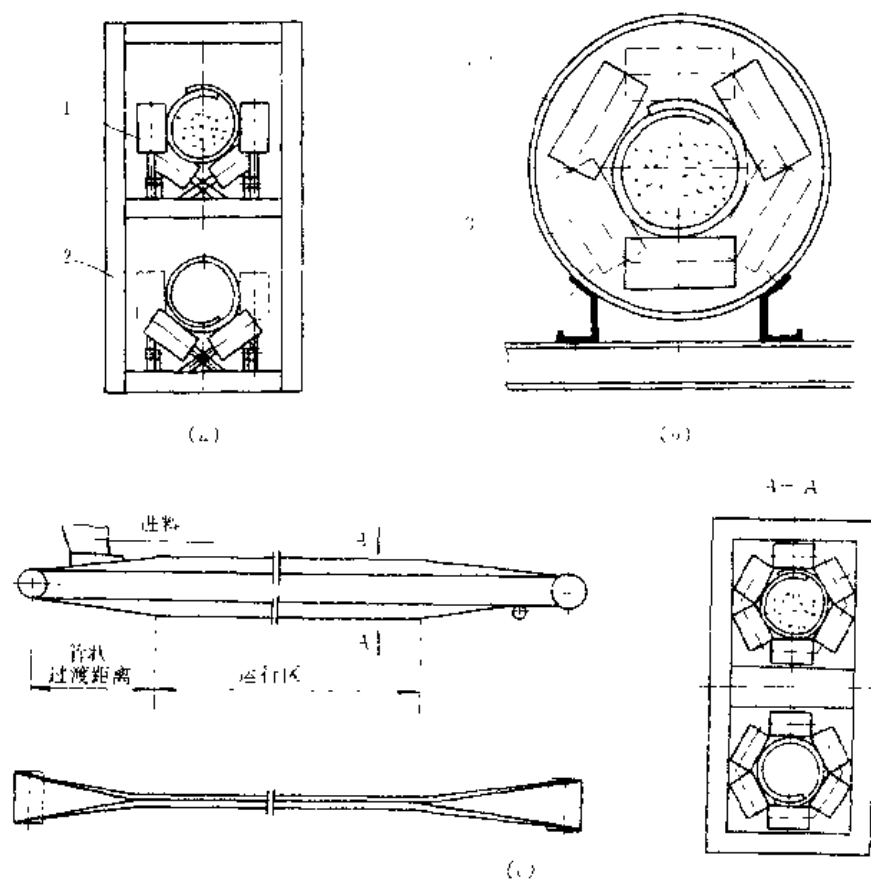


图2 框架式管状带式输送机结构示意图

a—自行封闭式；b—圆形端盘式；c—矩形端盘式

1—托辊；2—机架；3—圆形端盘；4—矩形端盘

行。

世界上最长的一台矩形端盘式管状带式输送机在美国犹他州燃料公司输送煤炭，全长为3466m；输送倾角为 10° ；输送速度为250m/min；输送能力为1400t/h；管径为400mm。

参考书目

杨复兴编译，《胶带输送机结构原理与计算》，煤炭工业出版社，1990.3。

(邓志鹏)

guanlong

罐笼 (cage) 煤矿立井中用于升降矿车、设备、材料和人员的提升容器。在大中型矿井中，罐笼一般用于辅助提升，承担除煤炭以外的其他提升任务。对于中、小型矿井，也可用于提升煤炭。

分类 按配合使用的提升机不同分为单绳罐笼和多绳罐笼，按罐笼的层数可分为单层和多层罐笼，还可

按导向装置不同分为绳罐道和刚性罐道罐笼。中国煤矿常用的罐笼按装载的固定式矿车的名义载重量确定为1t、1.5t和3t。每种均设有单绳和多绳，单层和双层，绳罐道和刚性罐道等。根据以上划分可以组合成多种规格的罐笼，以满足不同矿井提升的需要。

一般情况下，罐笼的尺寸取决于所载矿车的尺寸，近年随着煤矿井下机械化的发展，在大型矿井中罐笼的任务主要是升降人员和机械设备，罐笼的尺寸已不完全取决于矿车尺寸，要求充分利用井筒断面，尽量加大罐笼的断面尺寸（即宽罐），增加每层容纳的人员数量和为大型机械设备整体装罐升降创造条件。国外使用的特大型罐笼宽度已达3.7m。大型矿井为了缩短升降人员的时间，或当辅助提升工作量很大时，常采用多层罐笼。多层罐笼能不增加井筒断面而提高一次提升的有效载重量，但当采用单层车场时，装卸车复杂、时间长，或需在井口井底建筑多层车场，增加工程量。中国煤矿应用较多的是双层罐笼，有的矿井用双层载人，



单层载车。

单绳罐笼 配合单绳缠绕式提升机使用，一般用于井深不超过 400m 的矿井（图 1）。根据矿车卸载方

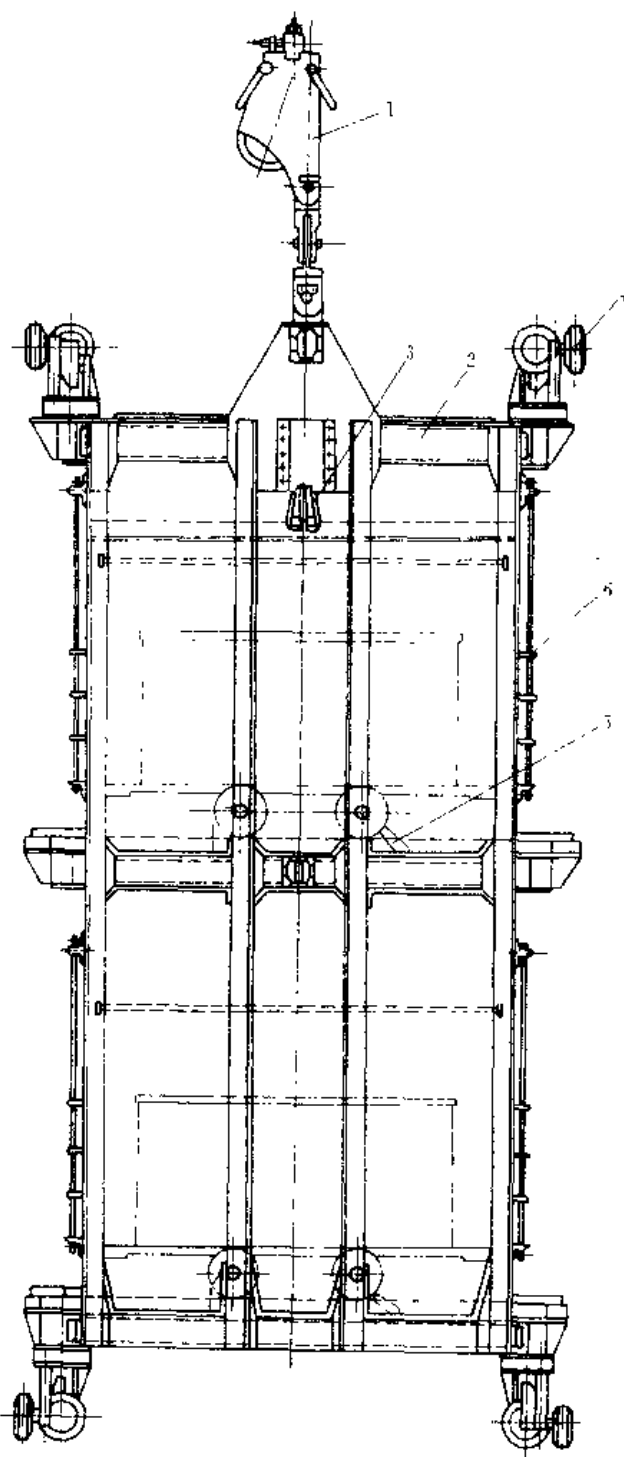


图 1 单绳罐笼

1—悬挂装置；2—防坠器；3—罐体；4—导向装置；5—罐门；6—罐内阻车器

法，单绳罐笼分为普通罐笼和翻转罐笼。普通罐笼在井口保持提升时的状态，利用操车设备将矿车推出罐笼运往工作地点卸载。便于煤炭和矸石分类运输，不需设置井口矿仓，井架高度较小，但有效提升量受到一定限制。翻转罐笼在井口利用固定的曲轨使其翻转卸载，卸载过程可以自动化，需要的矿车数量和地面工作人员较少，井口运输线路和地面设备简单，但罐笼自重大，井架高度大，罐笼翻转时井架及罐笼受动载荷大，设备效率低，提升人员时安全性比普通罐笼差等。现在，煤矿中已很少使用。

多绳罐笼 配合多绳摩擦提升机使用，一般用于井深超过 350m 的矿井（图 2）。多绳罐笼均为普通罐笼，在井口井底换车时处于悬吊状态。深井提升的罐笼在井底换车时，由于提升钢丝绳弹性伸长较大，摇台难于满足与罐笼内轨道承接的要求，可采用活动底盘多绳罐笼，即在罐笼内有一个可沿侧面导槽上下滑动的活动底盘。换车时用支罐机承接，支罐机托爪伸出，将活动底盘抬起，对准出车水平的车场轨道。换车后支罐机托爪返回，活动底盘落下。

基本结构 罐笼由首、尾绳悬挂装置和罐体、罐内阻车器、导向装置、罐笼门、淋水棚和防坠器等主要部件组成。

罐体 是罐笼承载的金属框架，为型钢和钢板的铆焊组合件，结构形式有斜杆式、竖杆式、平面复板构架式和扁钢结构式。斜杆式罐体结构的重量比竖杆式罐体轻，但带斜杆的侧盘体在布置钢丝绳罐道导向装置时不太方便，一般多用竖杆式。竖杆式罐体由主横梁、上弦梁、下弦梁、中竖杆和外竖杆等组成。平面复板构架式罐体的侧板较厚，可以承受部分荷载，整个罐体是焊接的，具有较好的稳定性，适用于层高较大的罐笼。扁钢结构式罐体的竖杆和斜杆均采用扁钢，它自重轻，但刚性较差，易变形且运输不方便，只用于少数多绳罐笼。除承载结构外，在罐体上还设有轨道、底板、顶板、侧板和扶手等。罐体一般用钢材制造，可采用铆接、焊接和高强度螺栓连接，罐体的重量约占罐笼自重的 50%~60%。对于深井提升或老矿井改造使用的单绳提升，为提高提升能力，采用铝合金型材代替钢材制造罐体，可使罐笼的自重大约减轻 35%，提升能力提高 60% 左右（称为轻型罐笼）。

罐内阻车器 提升过程中防止矿车在罐笼内移动的定位装置。罐内阻车器一般与罐笼配套，其开闭可以用手动，机械联动或外动力（气、液动）开闭装置操纵。由于罐笼提升工作的复杂性，用于不同情况的阻车器种类很多，常用的有凹槽式阻车器，单向或旋转轴碰头式阻车器，轮压联动式罐笼阻车器和气（液）动开闭式

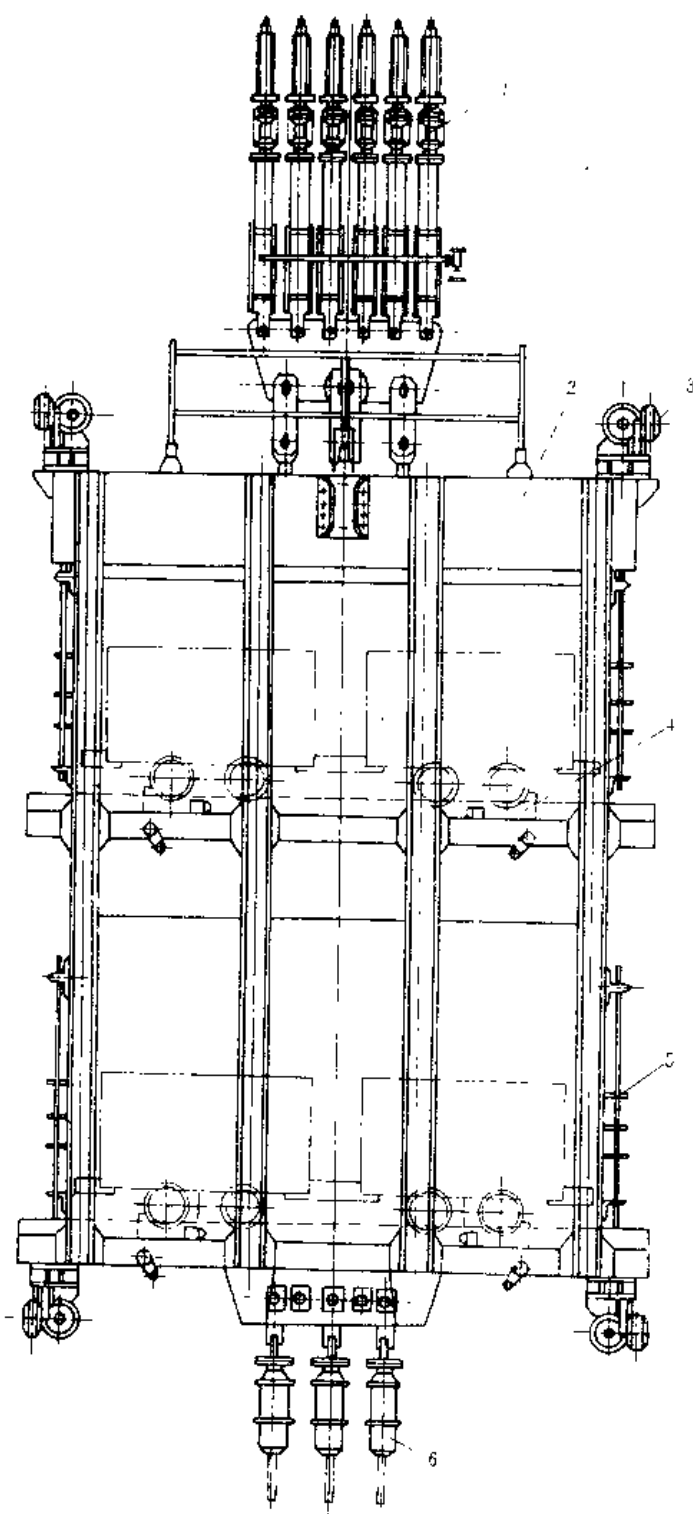


图2 多绳罐笼

1—悬挂装置；2—罐体；3—导向装置；4—罐内阻车器；5—罐门；6—尾绳悬挂装置

罐笼阻车器等。可根据提升车辆的种类，罐笼装载矿车的数量，井上下进出车的方向，罐笼承接装置的形式和罐道的结构等因素，选择性能安全可靠，结构简单，操作维修方便，占用罐笼底盘面积少的罐内阻车器。

罐门 在提升人员时关闭，起安全保护作用。罐笼必须装设罐门，罐门应安全可靠，开闭方便，罐笼运行时不会自动打开，打开后不会自动关闭。罐门不能朝罐外开，提升矿车时打开的罐门应与矿车间有足够的间隙。罐门的结构形式主要有铁板门、帘式门和折叠式，煤矿中以帘式门应用较广泛。帘式门是套在罐体两侧竖杆上可以上下移动的横杆，当人员进出罐笼时或提升矿车时，将横杆上收叠挂于钩上，提升人员时将帘放下。帘式门上收与下放由进出罐笼的人员或进出车水平的操作工操作。

淋水棚（顶棚） 是防止向罐内淋水的装置，为一弧形钢板置于每层罐笼的顶部，可以拆卸，在下放长材料时卸下。

悬挂装置，导向装置和防坠器参见相应条目。

（奚正模）

guanlong chengjie zhuangzhi

罐笼承接装置 (cage bearing device)

承接罐笼使矿车能顺利进出的装置。分摇台、罐座和支罐机。

摇台 一种可上下摆动，用作补偿提升钢丝绳的弹性伸长、残余伸长及提升停罐的位置误差，使立井各水平上的固定轨道与罐笼内轨道相衔接的装置。摇台由摇尖、摇臂、操作件及支座等部分组成（见下页图1）。摇尖铰接于摇臂前端，可转动一定角度，工作时与罐笼内轨道搭接，若摇台先行放下，罐笼仍能下行通过。摇臂为一可摆动的轨道，一端可绕固定轴转动，另一端搭接于罐笼边缘上，连接罐笼内外轨道，以便矿车顺利通过。

摇台的操作方式有手动、气（液）动、电动和电液动控制等多种类型。摇台按轨距可分为600mm、900mm轨距两大类；按

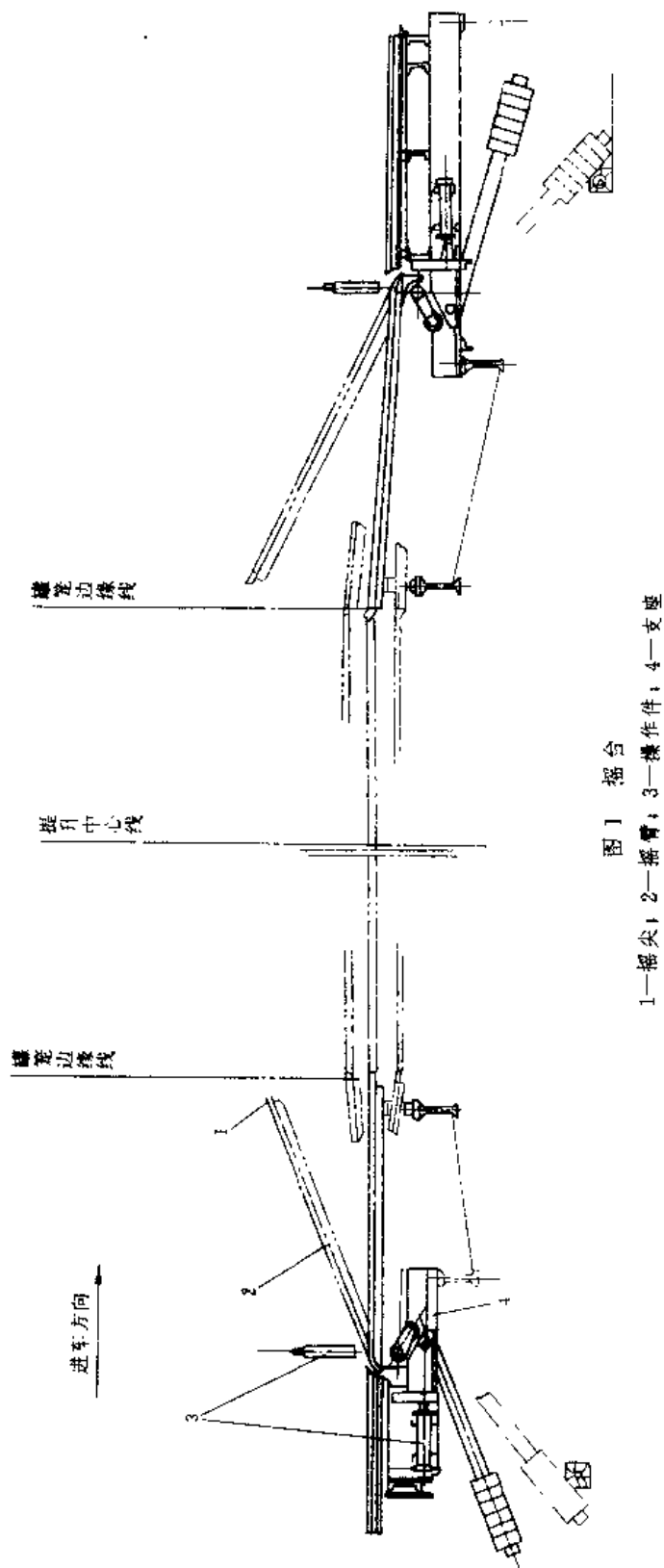


图1 摇台
1—摇尖；2—摇臂；3—操作件；4—支座

安装位置又有井上摇台和井下摇台及左侧式和右侧式之分。

摇台的适用性能主要由摇臂长度确定，长度越长，摇台的补偿高度越大，即允许罐笼停罐位置误差和提升钢丝绳的伸长变化越大，但是会增加摇臂重量和加大操作力。目前中国煤炭系统已定型的摇台系列产品有手动摇台和气（液）动摇台，用于上井口的有600mm~1000mm臂长，用于下井口的有1500mm~3000mm臂长，其补偿高度最大可达700mm。应用时，根据提升罐笼载荷、提升钢丝绳特性和提升高度等因素，确定要求的补偿高度，选用相应规格的摇台。

罐座 利用可伸缩的托爪托住罐笼，使矿车能平稳进出的一种承接罐笼的装置。当罐笼到达进出车水平时，座落在罐座上，使罐笼内轨道与相应水平的固定轨道对准，以便矿车顺利进出罐笼（下页图2）。

罐座由托座（罐腿）、连杆、操作件和配重等部分组成。托座直接支撑罐笼，承受全部罐笼的重量。操作可为手动或气（液）动控制。罐座结构简单，使罐笼内外轨道对接准确，矿车运行平稳。但当罐笼座落在罐座上时，罐笼和罐座均受到冲击载荷，影响使用寿命。同时，矿车进、出罐笼之后，必须先将罐笼提起，才能收回罐座，增加了辅助操作时间，易发生蹲罐事故。罐笼落于罐座上时，提升钢丝绳往往处于松弛状态，再上提时又使其拉紧，钢丝绳易产生疲劳，因而使用罐座的矿井已逐渐减少，升降人员时，严禁使用。罐座只能用于单绳提升机提升，不适用于摩擦轮提升机提升。

支罐机 由液压油缸带动支托装置，承托罐笼的活动底盘升降，使底盘上的矿车轨道与进、出车平台上的固定轨道对准相接的一种罐笼承接装置。由于将罐笼底盘制成可上下升降的活动底盘，承载矿车在活动底盘上被具可伸缩支罐结构的支罐机托住，可延长提升钢丝绳的使用寿命。支罐机承受带负载的活动底盘，支托力较大，一般采用液压驱动。支罐机调节距离可达1000mm，使矿车进出平稳。但需增设液压泵站，且液压动作较缓慢，延长了作业时间，罐笼因增设活动底盘加大了重量，结构较为复杂，因而此种机构主要适应于深井和大型矿井。

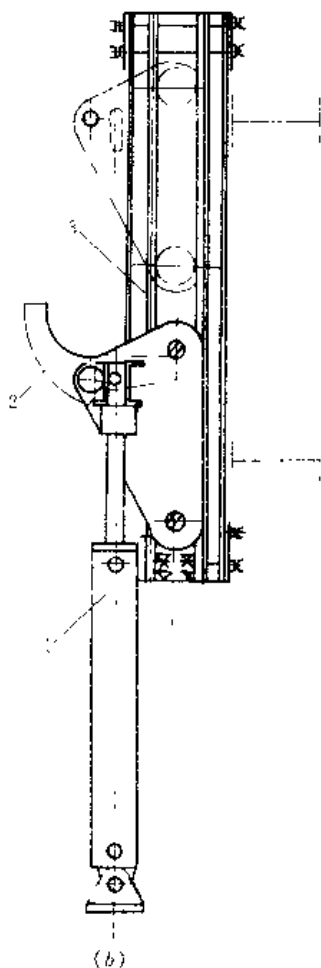
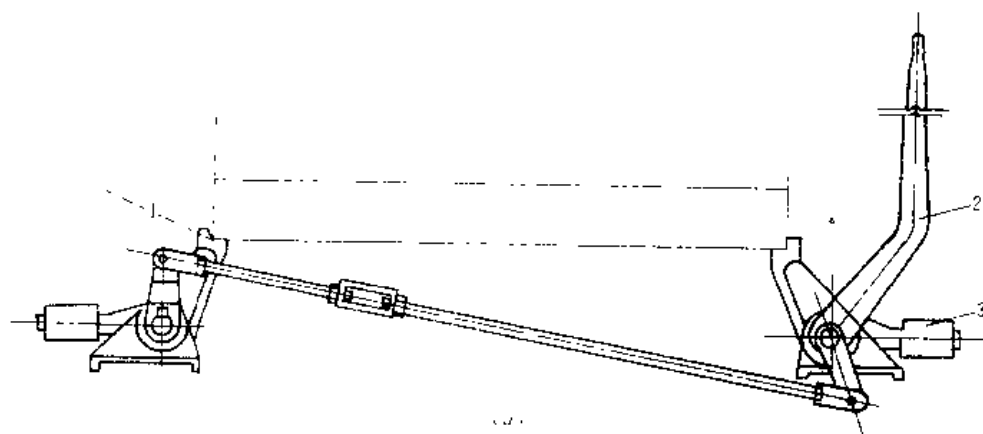


图 2

- a—罐座：1—罐腿，
2—操作手柄；3—配重；
b—支罐机：1—油缸；
2—支托装置；3—固定导轨

guidao yunshu shebei

轨道运输设备 (track haulage equipment)

利用轨道作承托—导向体，以车辆作运输容器的运输设备。用于煤炭、矸石、设备、材料及人员的运输。中国煤矿窄轨轨距为 600、762、900mm 三种。在装卸站、换车站和井底车场的调车工作机械化使用的设备称为轨道运输辅助设备。轨道运输曾是矿井运输的主要方式，从采煤工作面的下顺槽直至井底车场都使用不同方式的轨道运输。由于煤矿开采技术的发展和开采强度的加大，采区内运输原煤已大部分被输送机运输取代，材料及设备运输仍使用轨道运输。在主要倾斜巷道使用带式输送机运输原煤时，轨道上(下)山仍采用轨道运送材料、设备和人员。在机车运输的巷道中，用普通或专用矿车运输辅助货载，在斜巷中用绞车牵引矿车运输辅助货载。随着综合机械化采煤技术的发展和井下生产的集中，需要运送的辅助货载种类很多，数量很大，单件重量也增大，运输距离也越来越长，因此对辅助运输也有更高的要求，近二十年来辅助运输设备在国际上有较大的发展。

轨道运输设备由牵引设备、承载设备和轨道运输辅助设备组成。

牵引设备 按牵引方式可分为机车和绞车两种。

(1) 机车。牵引成列矿车或其它承载车的动力车辆。靠机车轮对与轨道间的粘着力，克服列车的运行阻力，牵引列车向前运行。机车运输适用于坡度为 3~5% 的水平巷道，局部最大坡度不超过 30%。机车牵引组成的列车运输能力大，运输费用低，是煤矿井下长距离水平巷道中主要运输方式之一。按动力不同可分为电机车、柴油机车、蓄能式机车三类，其中以电机车应用最广。在斜巷或底板起伏较大的平巷中运送设备、材料的车辆，属于辅助运输设备范畴，它可以集牵引车及承载车为一体，也可以采用单独的牵引车。按照轨道的

(王荣和)



形式可分为单轨吊车、卡轨车和齿轨机车三类。

(2) 绞车。以钢丝绳缠绕在卷筒上,利用卷筒转动带动钢丝绳牵引承载车辆的设备。煤矿井下轨道运输牵引绞车按钢丝绳牵引方式可分为缠绕式和摩擦轮式绞车两类。

承载设备 包括各种用途的矿车。其中运送煤炭、矿石的有固定车厢式矿车、底卸式矿车、翻斗式矿车、梭行矿车、仓式列车等;用于运送材料、设备的有材料车和平板车及单轨吊车的承载车;用于斜巷和井下主要巷道运送人员的有人车;还有炸药车、供水车、卫生车、清扫车、消防车等专用车。

轨道运输辅助设备 煤矿井下为了进行矿车的编组、发出和接收,以及为了完成矿车的装卸作业,在矿井轨道运输系统中必须设置各种辅助设备,主要有翻车机、推车机、阻车器、道岔、爬车机、防跑车装置等。翻车机是用以翻转矿车进行卸载的设备。推车机是用于车场上短距离推动矿车或串车进行调车作业、进出罐笼和翻车机以及在井下煤仓处进行连续装载的设备。爬车机是在倾斜轨道上将车辆从低处推至高处的设备。阻车器是装在轨道侧旁或罐笼、翻车机内使矿车定位、停车的设备。道岔是煤矿窄轨机车及车辆分叉运行的线路联接设备。防跑车装置是当矿车在倾斜井巷轨道提升运输中,车行超速或提升绳断裂而发生矿车下滑跑车时能及时拦阻失控矿车的设备。

(黄文元)

guntong caimeiji

滚筒采煤机 (shearer) 以装有截割刀具并绕水平轴线旋转的截割滚筒为工作机构的采煤机。滚筒采煤机工作时,滚筒随机体沿煤壁移动,截割刀具在机器牵引力作用下切入煤体,利用滚筒旋转产生的转矩,将煤从煤体上破落下来。早期的滚筒采煤机以鼓形滚筒为工作机构,破落的煤炭需借助于犁煤板等专用的装煤机构,将其装入工作面输送机。现代滚筒采煤机都以螺旋滚筒为工作机构,滚筒在破落煤炭的同时,利用螺旋叶片将煤装入工作面输送机。

滚筒采煤机用于长壁式采煤工作面进行机械化采煤,也可用于开采钾盐或油页岩等其他矿物。目前的滚筒采煤机截割高度为 0.65~5.0m,可截割各种截割阻抗的煤层。

基本结构 主要由电动机、截割部、行走部和辅助装置等组成。

电动机 是滚筒采煤机的机械动力源,为截割部、行走部和部分辅助装置提供动力。电动机必须防爆。一般都采用定子水冷电动机,也有定子和转子双水冷电

动机(见采煤机电动机)。

截割部 由截割滚筒及其机械传动装置组成,是滚筒采煤机完成破煤和装煤工序的重要部件。现代滚筒采煤机的截割滚筒都采用螺旋滚筒(见滚筒采煤机截割滚筒)。机械传动装置用来将电动机的动力和转速传递给滚筒,以满足滚筒所需转矩、转速和旋转方向的要求。机械传动装置有双减速箱和单减速箱两类。双减速箱机械传动装置由固定减速箱和摆动减速箱(摇臂)两部分组成。单减速箱机械传动装置又有两种结构形式,一种是机械传动装置和电动机等部件相互紧密联接,共同组成摇臂。摇臂系指装设并传动截割滚筒,能调整采煤机截割滚筒高低的部件。另一种机械传动装置完全置于摇臂内部,截割电动机垂直布置在摇臂根部,成为截割部的组成部分。

行走部 用来移动机体使滚筒切入煤体,调节机器的牵引速度和变换机器的牵引方向,包括行走机构和行走驱动装置。行走机构是直接移动机器的装置,由驱动轮和牵引构件组成。驱动轮有摩擦卷筒、链轮和行走轮。牵引构件有钢丝绳、矿用圆环链、行走轨(销轨、齿轨、链轨)。按牵引构件型式,有钢丝绳—摩擦卷筒(又称钢丝绳牵引)、矿用圆环链—链轮(又称链牵引)、行走轮—行走轨(又称无链牵引)三种行走机构。行走驱动装置包括调速和传动装置,用来驱动行走轮,并实现其转速的调节和转向的变换,有机械调速传动(又称机械牵引)、液压调速传动(又称液压牵引)和电气调速传动(又称电牵引)三种。机械调速传动的行走部,用齿轮换挡和变速装置来实现行走部的换向和调速。液压调速传动的行走部,通过改变油泵的排油方向和排油量的大小,实现行走部的换向和调速。电气调速传动的行走部,通过电气调速装置改变电动机的转向和转速,实现行走部的换向和调速。

辅助装置 包括底托架、降尘装置、拖缆装置、破碎装置、挡煤板、张紧装置、防滑装置和辅助液压装置。根据滚筒采煤机的不同使用条件和要求,各辅助装置可以有所取舍。

(1) 底托架。是滚筒采煤机机身和工作面输送机相连接的组件。由托架、导向滑靴、支撑滑靴等组成。电动机、截割部和行走部组装成整体固定在托架上,通过其下部的四个滑靴(分别安装在前后左右)骑在工作面输送机上,并沿输送机滑行。靠采空区侧的两个滑靴称导向滑靴,套装在工作面输送机中部槽的导轨或无链牵引的行走轨上,防止机器运行时掉道。靠煤壁侧的滑靴称支撑滑靴,用以支撑采煤机亦起导向作用,有滑动式和滚轮式两种。底托架与工作面输送机中部槽之间需具有足够的空间,以便于煤流从中顺利通过。有的滚筒



采煤机机身(主要是薄煤层采煤机)通过导向滑靴和支撑滑靴直接骑座在工作面输送机,以增大机身下的过煤间隙。

(2) 降尘装置。用来抑制滚筒截煤时产生的煤尘。有压力水喷雾降尘、吸尘器捕尘和泡沫降尘三种:①压力水喷雾降尘用得最多,分外喷雾和内喷雾。外喷雾的喷嘴(或喷雾器)装在靠近滚筒和其它煤尘生成的地方,形成水幕,起抑制或隔离粉尘作用;内喷雾的喷嘴直接装在滚筒的螺旋叶片或截割刀具上,在刀具的周围形成水雾,提高降尘效果(见滚筒采煤机喷雾降尘系统)。②吸尘器捕尘由吸尘器和捕尘器组成,从煤尘生成处吸出含尘空气,排入捕尘器,通过扩散、碰撞或离心力等作用,使粉尘与空气分离,沉积在捕尘器的壳体内部,用水冲洗并排入工作面输送机,净化空气则直接排出。③泡沫降尘利用加有起泡剂的水,经喷射器喷出,形成泡沫,将滚筒覆盖住,使粉尘源与外界隔绝,粉尘被泡沫捕捉,丧失部分或全部动能而沉落,达到降尘目的。

(3) 拖缆装置。滚筒采煤机工作时,拖动电缆和水管使其随机身沿工作面往返牵引的装置(见拖缆装置)。

(4) 破碎装置。用来破碎将要进入机身下的大块煤,安装在迎着煤流的机身端部,由破碎滚筒及其传动装置组成。有由截割部减速箱带动或专用电动机传动两种驱动方式。

(5) 挡煤板。配合螺旋滚筒以提高装煤效果、减少煤尘飞扬的构件。机器工作时,挡煤板总是离截齿一定距离紧靠于滚筒后面,根据机器的不同牵引方向,需将其转换至滚筒的另一侧。挡煤板有弧形挡煤板和门式挡煤板两种结构形式。弧形挡煤板为圆弧形,可绕滚筒轴线翻转 360° ,有专用翻转机构和无翻转机构两种翻转方法,这是目前广泛使用的一种结构形式。门式挡煤板为平板状,不能翻转,但可绕垂直轴折叠成与机身平行。早期的滚筒采煤机曾使用过门式挡煤板。

(6) 张紧装置。用于钢丝绳牵引或链牵引的滚筒采煤机,起牵引构件的张紧及补偿其弹性伸长量变化作用的装置。有弹簧式和液压式两种张紧装置。①弹簧张紧装置:利用预先压缩的弹簧来预紧牵引构件的松边,并通过弹簧的压缩行程补偿牵引构件的弹性伸长量变化。②液压张紧装置:利用液压缸的推力来张紧牵引构件的松边,并通过活塞杆的收缩,补偿牵引构件的弹性伸长量变化,使其松边的张力不致过大。液压张紧装置兼有自动紧链和补偿作用。

(7) 防滑装置。防止滚筒采煤机下滑的装置。用于煤层倾角大于机器自滑坡度(中国规定为 15°)的工作面。在行走机构意外损坏或机器停车又无制动保护的情况下,为防止机器失速下滑而造成人身和设备重大事故所必须采取的安全保护措施。防滑装置有插棍式、抱轨式、安全绞车式和制动器式等四种形式。①插棍式:在滚筒采煤机底托架下铰接一根倾斜向下的插棍,当机器下滑时插棍插在输送机刮板链的刮板上,使机器以刮板链相同的速度向下滑行,当输送机停车时机器也被制动。早期的滚筒采煤机采用过这种结构形式。②抱轨式:在滚筒采煤机导向滑靴附近安装抱闸,当机器下滑时抱住导向轨(管),由于抱闸安装位置工作条件差,影响工作可靠性,故未获推广。③安全绞车式:在滚筒采煤机的上方再固定一根安全钢丝绳,配以专用的安全绞车,安全绞车固定在工作面回风巷内并以与牵引速度同步的速度拉紧钢丝绳,当机器下滑时安全绞车制动,这种结构形式在中小型滚筒采煤机上使用。④制动器式:用于无链牵引滚筒采煤机,当两套行走驱动装置中有一套意外损坏时,另一套由制动器制动,这是现代滚筒采煤机使用最广泛的防滑装置。

(8) 辅助液压装置。用以实现滚筒调高、机身调斜和挡煤板翻转等动作,包括辅助油泵、控制阀、油管和保护装置。

分类 滚筒采煤机的类型很多,可按滚筒数目、行走机构形式、行走驱动装置的调速传动方式、行走部布

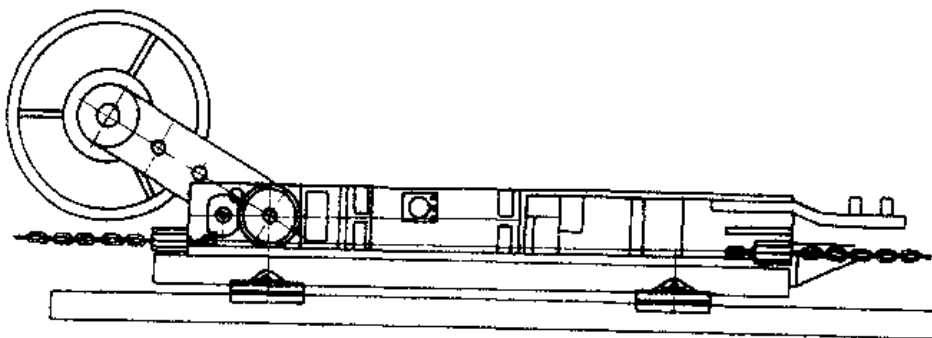


图1 单滚筒采煤机

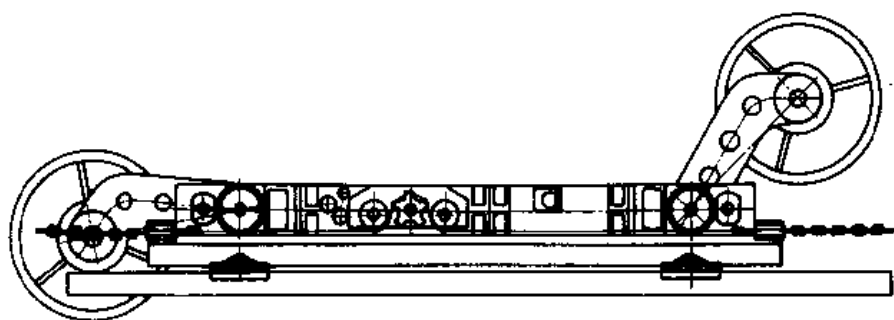


图 2 链牵引滚筒采煤机

置位置、机身与工作面输送机配合导向方式、总体结构布置方式等分类。

按滚筒数目分类 有单滚筒和双滚筒采煤机，其中双滚筒采煤机应用最普遍。曾有过三滚筒和四滚筒采煤机，由于其结构复杂，未获推广。

(1) 单滚筒采煤机 (见上页图 1)。早期的单滚筒采煤机的滚筒固定在机身左端或右端截割部机械传动装置的输出轴上，用更换不同直径滚筒和底托架高度的方法改变机器的截割高度，不能在采煤过程中调节采高，且调高 (采煤机截割高度的调整) 范围十分有限，已淘汰。调高式单滚筒采煤机的滚筒安装在摆动减速箱 (摇臂) 的输出轴上，利用调高油缸调节摇臂的摆角，可使滚筒位于不同的高度，以适应煤层厚度的变化。这种滚筒采煤机工作时先采顶部煤，再采底部煤，需用人工开出工作面一端的切口，生产能力低，只在普通机械化采煤工作面使用。

(2) 双滚筒采煤机。由单滚筒采煤机演变而来，初期的双滚筒采煤机的两个滚筒布置在机身的同一端，一个行程可采全高，只能自开工作面一端的切口。现代双滚筒采煤机的两个滚筒都安装在摇臂上，并分别对

称布置在机身的两端，可双向采煤，一个行程可采全高，并能自开工作面两端的切口 (见彩照插页第 3 页)。

按行走机构形式分类

有钢丝绳牵引、链牵引和无链牵引三种滚筒采煤机。钢丝绳牵引滚筒采煤机利用钢丝绳与摩擦卷筒间的摩擦力来实现机器的牵引，这种滚筒采煤机已被淘汰。链牵引滚筒采煤机 (图 2) 利用链轮

与圆环链相啮合来使机器移动，曾是滚筒采煤机最主要的牵引方式，但有断链危险和牵引力受圆环链直径限制不能提高等缺点，已被无链牵引滚筒采煤机所代替。无链牵引双滚筒采煤机 (图 3) 沿着固定在工作面输送机侧面的行走轨运行，无链牵引有销轨式、齿轨式和链轨式三种。无链牵引滚筒采煤机，通常采用两套行走传动装置和行走轮的总体结构布置 (双牵引)，有些采煤机也有用三牵引或四牵引的。

按行走驱动装置的调速传动方式分类 有机械调速、液压调速和电气调速三种滚筒采煤机 (通常简称机械牵引、液压牵引和电牵引采煤机)。机械牵引滚筒采煤机采用机械调速行走部，只能有级调速，结构和操作复杂，已极少使用。液压牵引滚筒采煤机采用液压调速行走部，调速和换向简单，能无级调速，既可手动调速又可自动调速，曾是应用最多的行走调速方式，但牵引力和牵引速度受油泵、油马达压力和流量的限制，不能进一步提高。电牵引滚筒采煤机采用电气调速行走部，调速方便，调速范围广，调速特性好，易于实现自动化，且安全可靠，已逐渐取代液压牵引采煤机。

按行走部布置位置分类 有内牵引和外牵引两种

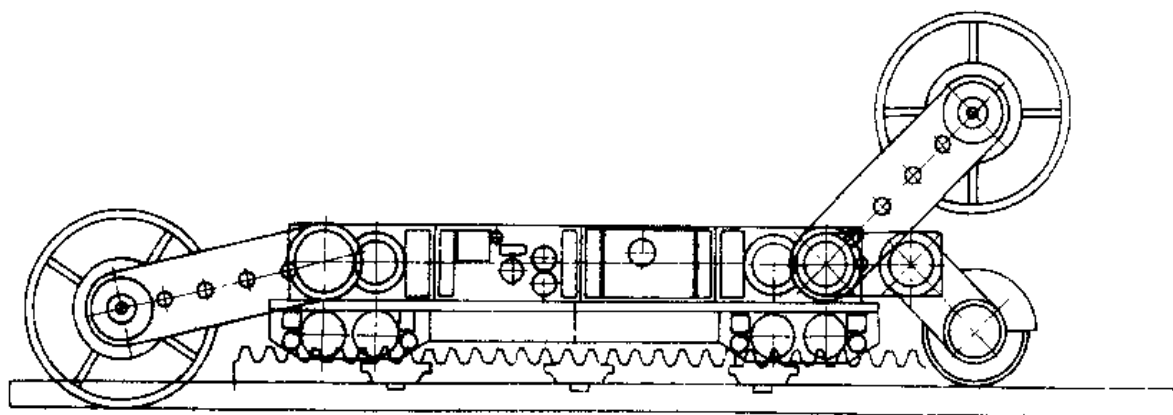


图 3 无链牵引双滚筒采煤机



滚筒采煤机。绝大多数滚筒采煤机采用内牵引,其行走部驱动装置布置在机身上,在工作面往返移动。外牵引滚筒采煤机的行走部驱动装置安设在工作面两端,通常安装在工作面输送机的机头架和机尾架上,外牵引滚筒采煤机只能采用链牵引,这种滚筒采煤机一般应用于薄煤层。

按机身与工作面输送机的配合导向方式分类 有骑槽式和爬底板式两种滚筒采煤机。骑槽式采煤机指机身骑座或跨于工作面输送机中部槽上工作的采煤

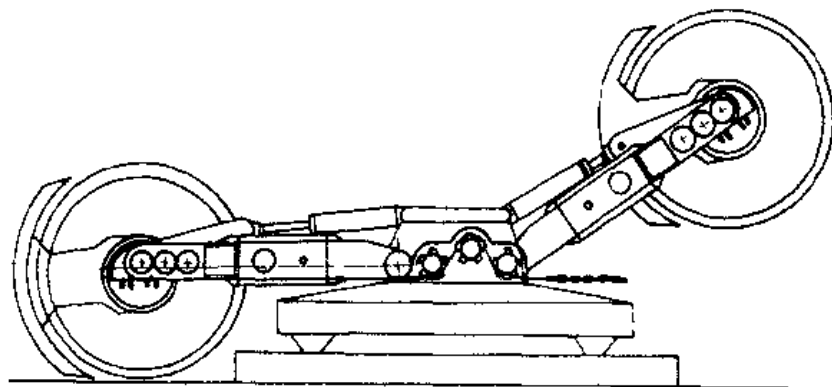


图4 截割电动机安装在摇臂上的纵向布置双滚筒采煤机

机。大多数滚筒采煤机属此类。当煤层较薄时,骑槽式滚筒采煤机不能保证必要的过煤高度和过机间隙(机身顶面与顶梁之间的距离)才采用爬底板方式工作。爬底板滚筒采煤机指机身布置在工作面输送机煤壁侧,沿底板工作的采煤机。它靠输送机侧的机身支承在铲煤板上,还通过与机身相联的过桥,跨过输送机的中部槽支承在输送机采空区侧的导向管上,煤壁侧机身下设有浮动支承,以辅助支撑悬置的机身重量。爬底板滚筒采煤机工作时,前滚筒沿底板割煤,后滚筒截割顶部煤。有的功率较小、机身重量较轻的爬底板采煤机不设浮动支承,机身悬置,工作时可采取前滚筒割顶部煤,后滚筒沿底板割煤。

按总体结构布置方式分

类 可分为截割电动机纵向布置和横向布置两种滚筒采煤机。

(1) 纵向布置滚筒采煤机。截割电动机(主电动机)沿机器长度纵向(平行煤壁方向)布置。按截割电动机(主电动机)的安装位置又可分为安装在机身上和安装在摇臂上两种。截割电动机安装在机身上的纵向

布置滚筒采煤机(常简称纵向布置滚筒采煤机)是传统的布置方式(图1、2、3),截割部采用双减速箱机械传动装置,固定减速箱和主电动机,行走部驱动装置相互紧固联接,共同组成采煤机的机身,机身通常用螺栓紧固在底托架上(无底托架结构除外),摆动减速箱构成摇臂,通过调高液压系统和调高油缸使摇臂摆动,以改变滚筒的截割高度。截割电动机安装在摇臂上的纵向布置滚筒采煤机(图4)采用单减速箱机械传动装置,固定减速箱和主电动机,行走部液压传动箱(电控箱)相互紧固联接,共同组成摇臂以实现调高,行走部机械传动装置构成机身,这种布置方式的滚筒采煤机机身短,摇臂长而重,现代采煤机已很少采用。

(2) 横向布置滚筒采煤机。截割电动机沿机器长度横向(垂直煤壁方向)布置。按截割电动机的安装位置,也可分为安装在机身上和安装在摇臂上两种。截割电动机安装在机身上的横向布置滚筒采煤机,截割部采用双减速箱结构的机械传动装置,摆动减速箱作为摇臂以实现滚筒的调高,这种布置方式主要应用于薄煤层爬底板采煤机,由于机身较薄,截割电动机常采用双机并联驱动方式。截割电动机安装在摇臂上的横向布置滚筒采煤机(图5)是现代滚筒采煤机的最新结构形式,其特点是各功能部件都由专用的电动机驱动,相互间没有运动和结构上的联系,也称模块式结构的滚筒采煤机,机身框架结构,各部件安装在框架

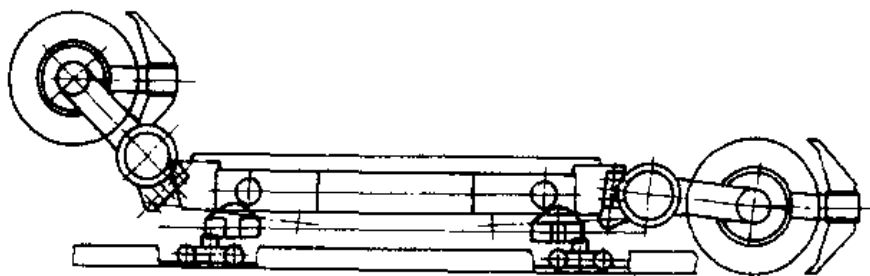


图5 截割电动机安装在摇臂上的横向布置双滚筒采煤机

内,摇臂铰接在框架的两端,通过调高液压系统和调高油缸使摇臂摆动,以改变滚筒的高度位置。

简史与发展趋势 1952年,英国的J·安德森(J·Anderson)创制了第一台骑在输送机上工作的固定式单滚筒采煤机,为机械化开采煤炭奠定了基础。随后英国、联邦德国和前苏联在其基础上进一步改进,使滚



筒采煤机的发展经历了两次重大改进。第一次是由固定式滚筒改为可调高滚筒采煤机。60年代初,英国、联邦德国相继研制出摇臂式滚筒采煤机,滚筒可以根据煤层厚度的变化随时调节采高,使滚筒采煤机的使用范围大为扩大,并能自开工作面一端的切口。第二次是由单滚筒采煤机改为双滚筒采煤机,并由一端双滚筒、中间双滚筒改进到两端对称布置的可调高双滚筒采煤机,实现煤层一次采全高和自开工作面两端切口,机器的生产能力和工作效率大为提高。在这期间,液压传动技术和圆环链—链轮行走机构在滚筒采煤机上获得广泛应用。70年代,苏联、美国和联邦德国成功地将直流调速技术应用于滚筒采煤机的牵引调速,出现了直流电牵引采煤机,并很快得到发展,开始取代液压牵引。与此同时,无链牵引机构在英国研制成功,并在滚筒采煤机上应用,迅速取代了链牵引。这两项技术的应用,使滚筒采煤机的性能和可靠性达到新的水平。80年代,捷克斯洛伐克、日本又先后将交流调速技术成功地应用在滚筒采煤机的牵引调速系统,出现了最新一代滚筒采煤机。微电子技术也开始用于滚筒采煤机,并得到迅速发展。

滚筒采煤机是煤炭生产的主要机械设备,随着采煤综合机械化的发展,滚筒采煤机的结构和性能还在不断地改进和完善,主要有:①进一步扩大滚筒采煤机的适用范围,研制适用于薄煤层、厚煤层和倾斜煤层的高效能滚筒采煤机;②提高滚筒采煤机的生产能力;③提高机器运行的可靠性和安全性。为达到这三个目的,滚筒采煤机的发展趋势是:①增大主电动机(截割电动机)的功率和整机的装机功率。目前单个电动机的功率已达450~550kW,最大装机功率也已达1380kW。日本正在研制单电机功率为600kW的滚筒采煤机。②进一步提高牵引速度和增大牵引力。现代最先进的滚筒采煤机的牵引速度已达12~18m/min,牵引力已普遍加大到450~680kN。最大牵引速度达18~25m/min,最大牵引力680~900kN的滚筒采煤机也正在发展。③采用交流变频调速技术,发展交流电牵引滚筒采煤机,取代直流电牵引,进一步提高滚筒采煤机的运行可靠性。④改进无链牵引机构,提高强度,延长使用寿命,以适应牵引力不断提高的需要;⑤改进和革新滚筒结构,提高寿命,降低煤尘和增加块煤率。⑥发展高压供电,以适应单电动机功率增大和工作面长度加长的需要,现代先进的滚筒采煤机已普遍采用2300~4160V电压供电,5000V电压供电也已开始发展。⑦采用微电子技术,实现机电一体化的工况监测、故障诊断和自动控制,提高滚筒采煤机的自动化程度和可靠性。

(顾永寿)

guntong caimeiji jiegebu

滚筒采煤机截割部 (shearer cutting unit)

由截割滚筒和机械传动装置(或机械驱动装置)组成,把煤从煤体上破落下来的采煤机部件。单滚筒采煤机只有一个截割部,双滚筒采煤机有左和右两个截割部。

基本结构 现代采煤机的截割滚筒都采用螺旋滚筒,兼有破煤和装煤两种功能。滚筒外围的齿座上装有截齿,当滚筒转动时截齿把煤从煤体上破落下来,同时螺旋叶片把煤块装入工作面输送机,滚筒安装在机械传动装置的输出轴上,机械传动装置把动力传递给截割滚筒。现代滚筒采煤机还需具有随时调整截割滚筒截割高度(又称调高)的功能,以适应煤层厚度的变化及底板的起伏,这是通过摇臂来完成的。根据各种滚筒采煤机的不同结构,机械传动装置可以分为双减速箱和单减速箱两类。

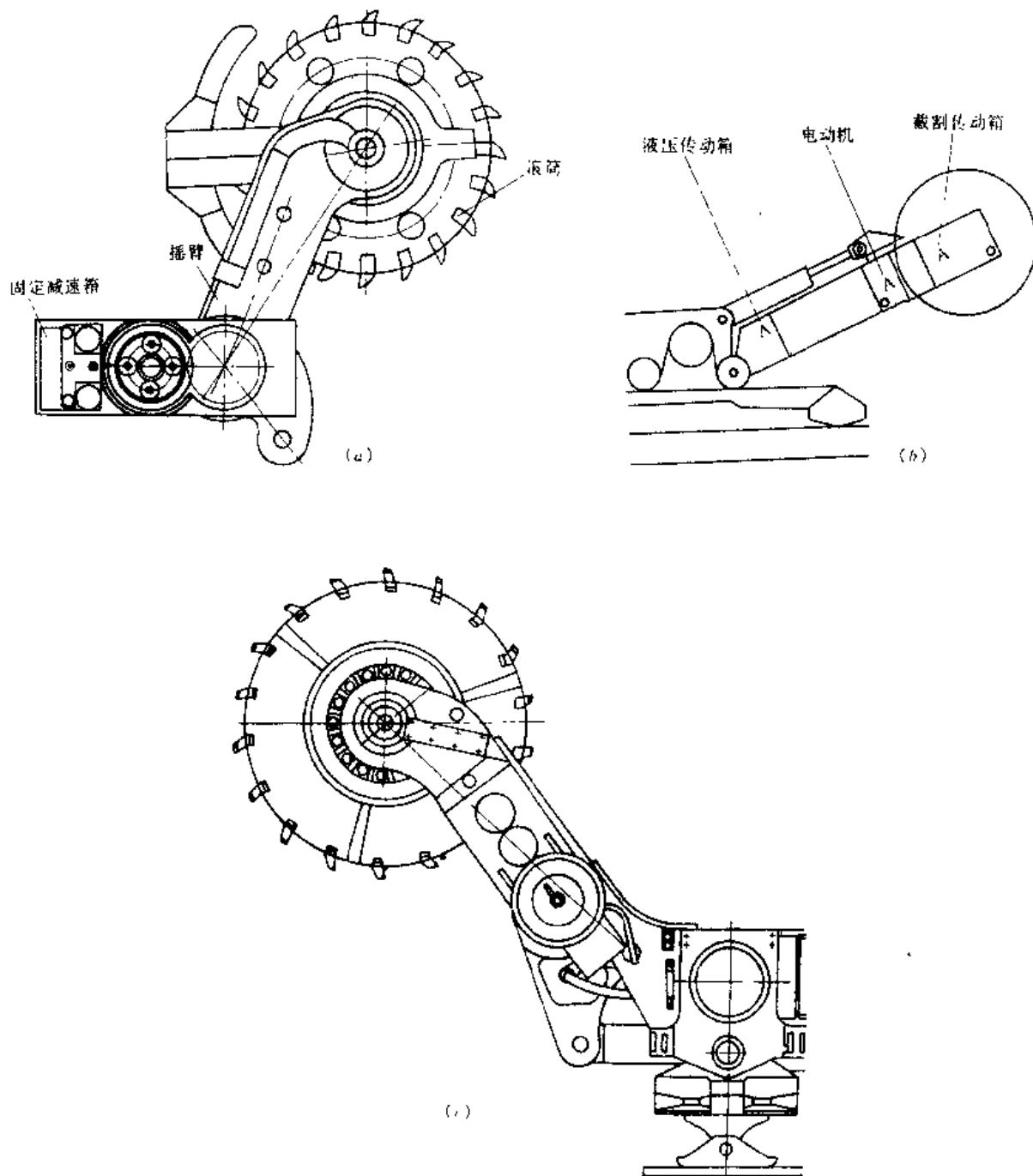
(1)双减速箱机械传动装置是传统的结构形式,使用于主电动机纵向布置于机身的采煤机。机械传动装置包括固定减速箱和摆动减速箱(摇臂)两部分(见下页图a)。固定减速箱安装在滚筒采煤机底托架上,是高速级齿轮传动装置,壳体为箱型结构,直接和主电动机对接。固定减速箱内可布置一级至三级齿轮传动,其中必须有一级锥齿轮传动,以便把平行于煤壁的传动轴转变为垂直于煤壁的输出轴。截割部在使用中通常不能变速,个别采煤机在固定减速箱内设有齿轮换档装置,为截割滚筒提供两种转速。截割部机械传动装置必须设有离合器,以保证检查或更换截齿时的安全,一般设置在传动的第一级或第二级。摆动减速箱既是低速级齿轮传动装置又是实现调整截割高度的构件,故通称摇臂,在其输出轴上安装截割滚筒,输入端支承在固定减速箱的输出轴孔内,并绕其摆动。摇臂按外形有直摇臂和弯摇臂两种。弯摇臂可以增加滚筒装煤时的排煤空间,提高装煤效果,但加工较困难。按摇臂的结构形式有整体摇臂和分体摇臂两种,分体摇臂把伸入固定减速箱孔内作摆动支承的摇臂套与摇臂本体分开,用螺栓再紧固在一起,便于加工、运输和更换,但螺栓联接易松动。按摇臂在固定减速箱上的支承方式可分为L型摇臂和h型摇臂,其中L型摇臂应用最广泛。摇臂内一般有两级传动,前级为摇臂本体内的正齿轮传动,为了保证摇臂有足够的长度,传动中增加了若干个惰轮。后级为悬置于摇臂端部煤壁侧的行星齿轮传动,位于截割滚筒的轮毂孔内并带动滚筒转动。

(2)单减速箱机械传动装置又有两种结构形式。一种是机械传动装置和纵向布置、双端出轴的电动机及其它部件(如同时由该电动机驱动的行走部液压传



动箱或电控箱)相互紧固联接,共同组成摇臂,绕机身上的水平销轴摆动(图b)。机械传动装置为箱形结构,内部布置若干级齿轮传动,其中一级为锥齿轮传动。这种结构形式的机械传动装置仅用于个别采煤机上,未获推广。另一种是机械传动完全置于摇臂内部,截割电动机垂直布置在摇臂根部,成为截割部的组成部分(图

c)。摇臂绕机身端部的水平销轴垂直摆动。摇臂内布置三级或四级齿轮传动,最后一级为行星齿轮传动,根据摇臂长度需要增设若干个惰轮。由于都是短轴结构,系统刚性很大,所以通常在截割电动机的空心轴内设置一根细而长的传动轴。行星齿轮传动布置在摇臂端部的煤壁侧。



滚筒采煤机截割部示意图

a—双减速箱机械传动装置; b—单减速箱机械传动装置; c—新型机械驱动装置

截割部机械传动装置通常备有几对不同传动比的变速齿轮,使用时可根据滚筒直径和工作条件等因素选用。除了锥齿轮和行星齿轮传动以外,其余各级齿轮都可作变速齿轮。齿轮和轴承一般采用油池飞溅润滑。现代采煤机由于装机功率大,发热量高,而外形尺寸不能相应增大,需要使用水冷却器来降低油池的温度。

(沈斌忠)

guntong caimeiji jiege guntong

滚筒采煤机截割滚筒 (shearer cutting drum)

简称滚筒。外围装有截齿或其他破煤刀具的筒形工作机构。截割滚筒应具有:块煤出率高、破煤比能耗小、粉尘生成量少、装煤效率高、运转平稳、使用寿命长等特点。早期的截割滚筒为鼓形滚筒。现代滚筒采煤机都采用螺旋滚筒。螺旋滚筒是具有螺旋装载叶片的截割滚筒,它兼有破煤和装煤功能。滚筒旋转时,截齿按一定次序进行破煤,同时螺旋叶片将破落的煤从煤壁侧向采空区侧推出,并装入工作面输送机。螺旋滚筒按叶片的螺旋方向分左旋和右旋两种。旋向选取必须保证螺旋叶片向工作面输送机装煤要求。

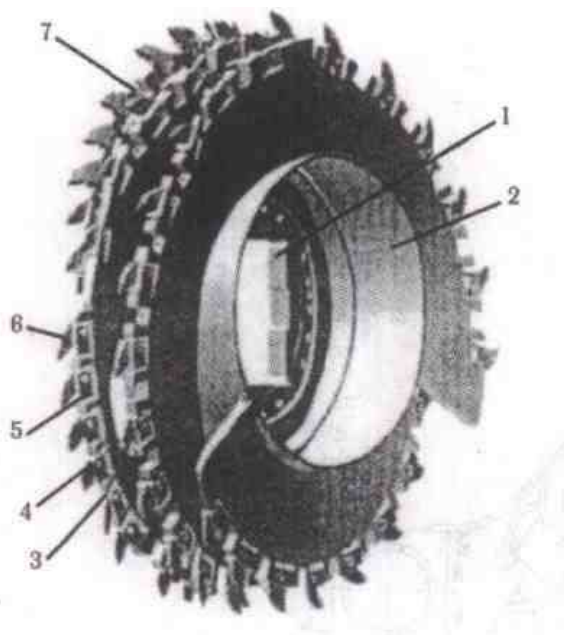


图1 螺旋滚筒结构示意图

1—轮毂; 2—筒壳; 3—端盘板; 4—螺旋叶片;
5—齿座; 6—截齿及其固定件; 7—喷嘴座及喷嘴

基本结构 一般为焊接结构。由轮毂、筒壳、端盘板、螺旋叶片、齿座和喷嘴座组焊而成,安装有截齿及其固定件、喷嘴、端盖等(图1)。为提高滚筒耐磨性,在螺旋叶片和端盘板的适当部位还可镶焊耐磨板、耐

磨合金块或喷焊(堆焊)耐磨合金层等。

(1) 轮毂:滚筒与截割部机械传动装置出轴连接的构件,藉以带动滚筒旋转。其内孔连接方式有方形、锥轴形、锥盘形和花键形连接四种。轮毂直接或通过轮辐焊接在筒壳孔内。

(2) 筒壳:滚筒的基础件,内连轮毂,外接端盘板和螺旋叶片。筒上有通孔,以使内喷雾水道通向端盘板和螺旋叶片,靠煤壁的筒侧端有螺孔,可安装端盖以保护内喷雾通水装置。筒壳外形一般呈圆柱形。近年来有将筒壳外形制成圆锥形、指数曲线形或球形,筒壳外径从煤壁侧向采空区侧逐渐减小。

(3) 端盘板:置于滚筒靠煤壁侧,其外围按截齿配置顺序焊装齿座,也可在其端面焊装齿座。端盘板形状有平板形、碟形和锥形三种,平板形很少使用,锥形端盘板使用最广泛。有的滚筒为使端盘与煤壁间的碎煤及时排出,在端盘板上开有排煤孔,甚至取消端盘板。

(4) 螺旋叶片:滚筒排运煤的构件,是等导程的螺旋体。滚筒上通常焊有2~4条螺旋叶片。螺旋叶片通常由低碳碳素钢或低合金钢的钢板压制成形。

(5) 齿座:安装和固定截齿的座体。按夹持截齿类型可分为径向截齿齿座和切向截齿齿座。其结构与截齿齿柄形状及固定方式、喷嘴安装位置有关,形式很多,常见齿座结构如下页图2所示。齿座按截齿配置顺序焊装在端盘板和螺旋叶片上,通常用低碳铬镍铝钢、中碳铬锰硅钢锻制而成,经加工和热处理,具有足够的强度、冲击韧性和耐磨性。

(6) 截齿:用来截割煤体的刀具,有径向截齿和切向截齿两种(见截齿)。

(7) 截齿固定件:将截齿固定在齿座内的零件或组件,需满足固定可靠、更换简捷且制造成本低的要求。固定件分刚性和弹性两类。刚性固定件有螺钉(顶丝)、U形卡、弹簧挡圈和柱销等;弹性固定件有橡胶与柱销的组合件、橡胶件、特殊形状弹簧等。目前使用最多的是弹性固定件。齿柄成圆锥状的截齿可不需固定件(称无销固定),利用截割力将其固定在齿座中,但齿座上的齿穴形状要与齿柄紧密配合。

(8) 喷嘴座:安装喷嘴的座体,按内喷雾要求焊装在滚筒适当位置上,其结构形状按喷嘴在滚筒上喷射位置要求确定,一般呈圆柱状,用不锈钢制作。由于受滚筒结构限制或喷射效果要求,有的滚筒没有喷嘴座,喷嘴直接安装在端盘板和螺旋叶片上,或齿座、截齿上

(9) 喷嘴:(见滚筒采煤机喷雾降尘系统)。

主要结构参数 包括滚筒直径、截割宽度、螺旋叶

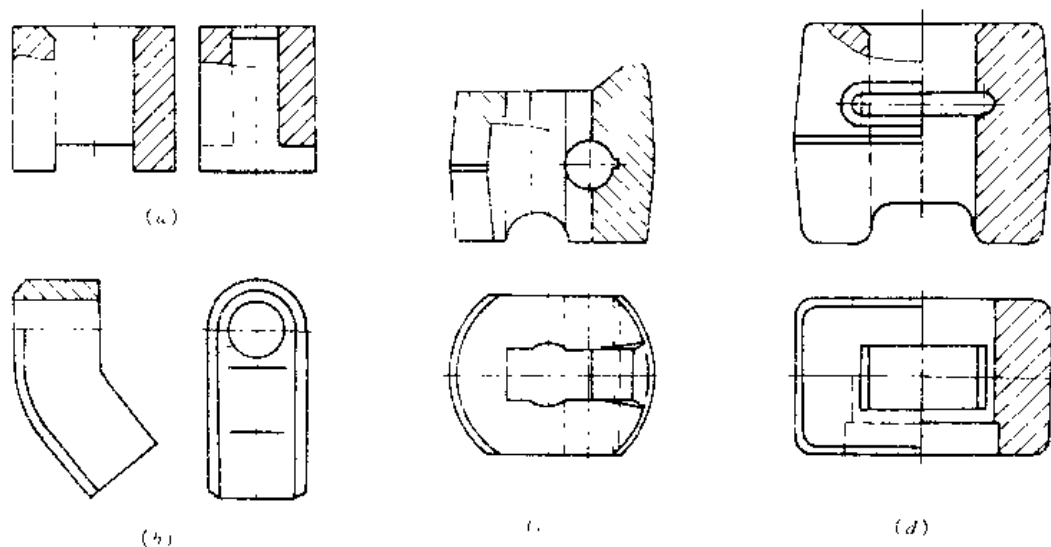


图2 齿座结构示意图

a、c、d—径向扁形截齿齿座；b—切向锥形截齿齿座

片头数、包角、升角、截线距以及截齿的配置。

滚筒直径 滚筒绕轴线作纯转动时，由螺旋叶片上的标准截齿齿尖所产生圆的平均直径。中国生产的滚筒直径已系列化，尺寸为600~2240mm。

截割宽度 由端盘截齿齿尖所划的最外边缘到螺旋叶片截齿齿尖所划的最内缘之间的轴向距离。中国生产的滚筒截割宽度为500~1000mm。

螺旋叶片头数 有二头、三头和四头螺旋叶片。滚筒直径在1400mm以下一般采用二头螺旋叶片，1400mm以上采用三头或四头螺旋叶片。

螺旋叶片包角 叶片外缘螺旋起始点和终点在垂直于滚筒轴线平面上投影点所形成的圆心角。各螺旋叶片包角之和的较佳值为 $400^{\circ}\sim 450^{\circ}$ 。

螺旋叶片升角 叶片外缘螺旋展开线与垂直于滚筒轴线平面所夹的锐角。通常叶片升角是不变的。有的滚筒叶片升角从内向外增大，成为变升角螺旋滚筒。

截距 滚筒旋转时，截齿齿尖的运动轨迹称为截线。相邻截线间的轴向距离称为截距。滚筒截割宽度上截距不是完全均等的。

截齿配置 截齿在端盘板和螺旋叶片上的配置状况，以全部截线在圆周方向展开的截齿配置图来表示（下页图3）。水平线代表截线，垂直线表示在圆周上的角度，圆点表示截齿齿尖所在的位置。水平线旁标注的角度表示该截线上截齿的安装角，斜线近似地表示螺

旋叶片。截齿配置图可确定截齿的安装位置，截距、截线数和每条截线上的截齿数以及螺旋叶片头数、端盘截割宽度等。截齿的配置方式直接影响截割比能耗、块煤出率、粉尘量以及滚筒受力不均衡程度。

现状和发展趋势 螺旋滚筒现已成为滚筒采煤机唯一形式的截割滚筒。为了提高块煤率，减少粉尘量和适应开采硬煤及含硬夹矸煤层，近十多年来，探索多种新螺旋滚筒，如三头螺旋叶片的阿基米德螺旋线滚筒，二头和四头螺旋叶片的高低齿滚筒和盘形滚刀滚筒等。阿基米德螺旋线滚筒是同一截线上的截齿按阿基米德螺旋线配置。高低齿滚筒是同一截线上的截齿分为高齿和低齿，相隔配置于不同直径的圆周上，这种截齿配置方式使高齿有较大的切削深度而使块煤率有所提高。盘形滚刀滚筒的结构形式很多，有滚刀轴与滚筒轴平行的，也有滚刀轴与滚筒轴垂直的。按开采煤层性质，其破煤刀具配置方式有：①滚筒端盘板上配置截齿，螺旋叶片上配置盘形滚刀；②滚筒端盘板上配置截齿，螺旋叶片上混合配置截齿和盘形滚刀；③滚筒端盘板和螺旋叶片上均配置盘形滚刀。随着采煤机功率的加大和牵引速度的提高，螺旋滚筒趋向于结构重型化，减少截齿数量、采用重型切向锥形截齿；在螺旋叶片排煤面全部贴焊耐磨板（块）；使用高压内喷雾。成为具有块煤出率大、粉尘量小、使用寿命长、装载效率高、运转平稳等特点的优质耐磨截割滚筒。

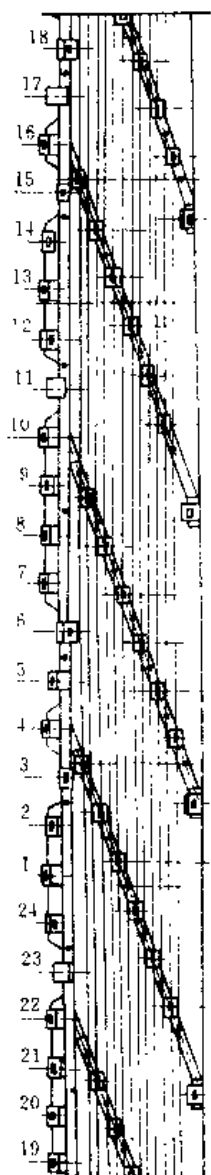


图3 滚筒截齿配置图

参考书目

Е. З. Позин, В. З. Меламед, В. В. Тон Разрушение углей
выемочными машинами (НЕДРА) 1984.

(王永达)

guntong caimeiji penwu jiangchen xitong
滚筒采煤机喷雾降尘系统 (water spraying
system for dust-suppression of shearer) 以
水喷雾方法抑制采煤机作业时生成粉尘的机内系统。
包括机内输配水系统和降尘器配置系统两部分。输配
水系统通常都与采煤机各部件的冷却水系统组合在一
起。所以喷雾降尘系统又称采煤机喷雾冷却系统。按使

用水压分为低压喷雾 (0.5~2MPa), 中高压喷雾 (8~10MPa) 和高压喷雾 (15~20MPa)。低压喷雾系统结构简单, 装备和维护费用较低, 降尘效果稍差。中高压和高压喷雾系统的装备和维护费用高, 但降尘效果较好 (一般比低压喷雾的降尘效率提高 50%~80%), 适用于现代化高生产率采煤机上。

降尘器配置 安装在采煤机合理部位上, 由降尘器向尘源或含尘气流喷射清水或含降尘剂水溶液, 以达到最大程度地降低粉尘浓度, 或者向限定空间内喷射高速水射流造成负压, 通过吸入周围含尘空气而捕集粉尘。喷嘴是将压力水转换为雾状细水滴流或集成束状射流的基本降尘器元件。它由喷嘴壳或喷嘴壳加导水芯组成, 有的还带过滤网。压力水通过喷嘴壳腔或导水芯, 藉离心力、冲撞、振动、摩擦等作用将水流撕裂成细水滴流。喷嘴的技术性能包括: 一定压力下的水流量; 雾化角 (扩散角); 有效射程; 水量分布规则和雾化粒度。喷嘴的结构形式很多, 常见的有锥形喷嘴、伞形喷嘴、扇形喷嘴和束形喷嘴。

降尘器的配置方式有外喷雾和内喷雾两大类, 中国煤矿安全规程中规定采煤机都应安装有效的内、外喷雾。

外喷雾 降尘器配置在滚筒以外部位的喷雾方式。以降落或捕集已飞扬起来的含尘空气中的粉尘。一般把喷嘴布置在机身两端和摇臂上, 使喷出的水雾覆盖住滚筒的出煤口和粉尘扬起的部位, 也可在适当部位布置引射式喷雾器以提高雾化程度。美国在 80 年代初开始使用移尘式配置系统, 由多个安装在采煤机上顺风放置的喷嘴和一个或几个挡板组成。喷雾水压保持在 1.0MPa, 总喷水量为 45l/min。喷嘴喷雾时将采煤机周围的气流分隔成净气流和含尘气流, 迫使含尘气流流向煤壁侧, 而净气流通向采煤机操作人员的作业区, 以减少粉尘对他们的侵害。呼吸性粉尘浓度比一般外喷雾系统在顶风割煤时下降 50%, 顺风割煤时下降 30%。

内喷雾 降尘器配置在滚筒上的喷雾方式。将水直接喷射于截割区和截齿上, 使粉尘灭除在刚刚生成尚未飞扬起来之前, 降尘效率较高, 它除有抑制粉尘功能外, 还具有扑灭截齿截割坚硬岩石而产生的火花和冷却截齿的作用。喷嘴安装在滚筒的截齿附近或直接装在截齿上, 配置形式有一个截齿配一个喷嘴或几个截齿配一个喷嘴。喷嘴喷射的方向有: ①对着截齿齿面; ②对着截齿齿背; ③一个对着截齿齿面而下一个对着齿背; ④两截齿间径向喷射。目前多数滚筒采用一齿一嘴配置形式以及对着齿面和两齿间径向喷射两种喷射方向, 但有采取对着截齿齿背喷射的发展趋势。中国



采用锥形和伞形喷嘴。目前普遍使用低压喷雾, 较佳水压为 1.5MPa, 喷水量按开采煤层赋存状况、煤质、采煤工艺、通风等条件而定, 一般取每吨煤喷水量 15~25%。随着采煤机生产能力提高, 采煤时粉尘浓度增大, 趋向于使用中高压或高压喷雾。为减少水量, 曾研制过定向供水机构, 使只有处在破煤截齿附近的喷嘴喷水, 其它喷嘴不喷水。

英国在 80 年代初首创了吸尘滚筒, 在截割滚筒筒壳内安装 9~12 个水力集尘筒, 集尘筒内径为 100mm, 使用伞形喷嘴, 水压为 10MPa, 喷水量为 6.6l/min。当压力水从煤壁侧的筒口向采空区方向喷射时, 产生的负压将周围含尘空气吸入筒内, 气流中的尘粒由水滴捕集而沉降, 形成煤泥水从采空区侧排出。截齿附近仍装少量低压喷雾喷嘴, 水压不大于 1.7MPa, 总喷水量为 30~45l/min。其降尘率比低压内喷雾方式提高 50%~70%, 且吸尘时补进的新鲜空气稀释了滚筒周围的瓦斯浓度, 减少截齿截割坚硬岩石时产生火花引燃瓦斯的危险。

机内输配水系统 喷雾水和冷却用水在机内的输送、分配、调压和安全保障系统。该系统要满足各用水点对压力、水量和水质的要求。一般由截止阀、过滤器、减压阀、安全阀、节流阀、冷却器、输送管道和附件以及压力表、流量计等组成。截止阀用来开通和关闭机内总进水和各分水路。过滤器用以去除水中杂质和污物, 防止喷嘴堵塞, 其网状滤芯呈筒形, 过滤精度 200~400 μ m, 有的过滤器结构可自行清除积在网上污物。减压阀用以降低某一分水路的压力, 有定比减压阀和定压减压阀两种。定压减压阀又有先导式、薄膜式和活塞式三种, 其中定压减压阀使用较多。安全阀用以保障系统或分水路水压不超过调定值, 当水压超过调定值时开启, 将水排出, 直至水压降至调定值以下时才关闭。节流阀用以分配和调节各分水路的流量, 有固定式和可调节式两种, 后者在系统工作过程中可以随时调节。为便于在采煤机上安装, 各种功能阀、过滤器及压力表、流量计组合成一个或几个集成块, 用带有快速接头的钢丝编织胶管相连。

输配水系统的形式根据选用喷雾水和冷却用水的压力等级和机外供水系统的方式而定。冷却用水的水压需要严格控制, 以免超压损坏冷却器, 一般不超过 2MPa。机外供水系统分为三种: ①矿井静压水直供; ②矿井静压水经采煤工作面巷道增压泵站增压后供给; ③双管供水, 一为矿井静压水直供, 另一为经采煤工作面巷道增压泵站增压后供给。输配水系统的形式分为单管供水型、双管供水型和机载增压泵型三类。

(1) 单管供水型。一根总水管接入采煤机, 经截止

阀、过滤器后分为两路, 一路水供内喷雾, 另一路水经减压后分配至各冷却用水点, 再输入外喷雾或直接排放。为提高喷雾降尘效果, 除利用冷却后的尾水供给外喷雾外, 有的系统再单独分一路水直接供给外喷雾, 这种输配水系统适用于低压、中高压和高压喷雾降尘系统。

(2) 双管供水型。两根水管接入采煤机, 成为两个独立输配水系统。一为低压水路系统, 由矿井静压水直接供给, 经截止阀、过滤器和调压后分配至各冷却用水点和外喷雾; 另一为中高压或高压水路系统, 经截止阀、过滤器分配给中高压或高压内喷雾及其它喷雾降尘用水点。因其成两个独立输配水系统, 结构较复杂, 但可保证冷却水系统安全可靠地运行。

(3) 机载增压泵型。一根总水管接入采煤机, 经截止阀、过滤器后分为两路, 一路水经调压后分配给各低压用水点; 另一路水进入机载增压泵增压到要求值后, 分配给各中高压或高压用水点。目前大功率滚筒采煤机都趋向于采用这种输配水系统。

参考书目

严兴志等, 《工业防尘手册》, 劳动人事出版社, 1989 年 10 月。

(王永达)

guntong caimei ji xingzoubu

滚筒采煤机行走部 (shearer travel unit)

驱动滚筒采煤机沿采煤工作面往返移动, 使截割滚筒连续不断地切入煤体的部件。用来为滚筒采煤机工作提供所要求的牵引力、牵引速度。

牵引力和牵引速度是行走部的基本技术参数。牵引力驱动采煤机行走使机器能够克服行走方向上的各种阻力。牵引速度是机器沿采煤工作面行走方向运动的线速度, 需有较大的调速范围, 机器在不同煤质和工况条件下工作时, 应能随时实现牵引速度的调节。

基本结构 由行走机构(又称牵引机构)和行走驱动装置组成。行走机构是直接移动机器的执行机构, 包括驱动轮和牵引构件, 其中牵引构件沿采煤工作面长度铺设在工作面输送机的采空区侧或煤壁侧, 与工作面输送机一起向前推进。牵引构件有钢丝绳、矿用圆环链(又称牵引链)和行走轨。驱动轮相对应有摩擦卷筒, 链轮和行走轮。行走驱动装置包括调速系统和传动装置, 调速系统用来调节牵引速度和变换牵引方向。

分类 按行走机构的形式和行走驱动装置的调速方式分类。

按行走机构的形式分类 有钢丝绳牵引行走部, 链牵引行走部和无链牵引行走部三种。



(1) 钢丝绳牵引行走部。采用钢丝绳—摩擦卷筒行走机构。由钢丝绳、摩擦卷筒、导向轮和拉紧装置等组成。钢丝绳的两端通过拉紧装置分别悬挂在工作面两端,依靠钢丝绳和摩擦卷筒间产生的摩擦转矩,使机器沿工作面移动。拉紧装置用来使钢丝绳的非工作边具有一定的拉紧力,使钢丝绳与卷筒间产生足够大的摩擦转矩,以保证必要的牵引力。早期的滚筒采煤机用钢丝绳牵引行走部,现已淘汰。

(2) 链牵引行走部。采用圆环链—链轮行走机构。链牵引指以悬置于工作面的圆环链牵引滚筒采煤机行走的牵引方式。根据行走部在滚筒采煤机总体结构布置方式有内牵引行走部和外牵引行走部两种,其中内牵引行走部使用较多。①内牵引行走部指行走驱动装置和驱动轮布置在滚筒采煤机上的行走机构。牵引机构由牵引链(牵引采煤机行走的圆环链)、主链轮、导链轮、导链管和紧链装置等组成。牵引链两端通过紧链装置分别悬挂在工作面输送机的机头架和机尾架上,并与主动链轮(又称主链轮)相啮合,主链轮转动,迫使滚筒采煤机沿着牵引链移动。主链轮的两侧还设有两个导链轮,以增大牵引链与主链轮的围包角,并保证牵引链正确的引出方向。紧链装置使非工作边的牵引链保持一定的张紧程度,并对牵引链的弹性伸长量变化予以补偿。导链管用来使牵引链正确进入导链轮。主链轮和导链轮有立链轮和水平链轮两种布置方式,其中以立链轮使用较多。②外牵引行走部指行走驱动装置和驱动轮与采煤机分离,布置在工作面两端的行走机构。牵引链的两端分别固定在滚筒采煤机的左右两端以形成封闭的环形链,并与工作面两端的两个主链轮相啮合,随链轮旋转,拉着滚筒采煤机沿工作面往返牵引。内牵引行走部由于有断链伤人、牵引力的提高受牵引链链环直径的限制等缺点,已逐渐为无链牵引行走部所代替。

(3) 无链牵引行走部。采用行走轮—行走轨行走机构。无链牵引指不用悬置于工作面的圆环链使滚筒采煤机行走的牵引方式。无链牵引以固定在工作面输送机侧面的行走轨为牵引构件,通过行走轮与其相啮合,使机器沿行走轨往返移动。无链牵引机构的形式主要有齿轨式、销轨式和链轨式三种。①齿轨式无链牵引以齿条式齿轨为行走轨,有单齿条式和双齿条式复合齿轨两种。双齿条式复合齿轨由两条相互交错 $1/2$ 节距的单齿条组合而成。行走轮可以是滚轮(又称销轮),也可以是齿轮,与复合齿轨相啮合的行走轮是由两个相互交错 $1/2$ 节距的齿轮叠合而成的复合齿轮。②销轨式无链牵引以圆形或非圆形柱销按一定节距组合而成的销轨为行走轨。行走轮有渐开线齿轮或摆线齿轮。③

链轨式无链牵引以链环组成的链轨为行走轨,链轨有不能拆卸的圆环链链轨和可拆卸的模锻链轨两种。行走轮为链轮。

按行走驱动装置的调速传动方式分类 有机械调速行走部、液压调速行走部和电气调速行走部三种。

(1) 机械调速行走部又称机械牵引部。采用齿轮换挡和机械变速装置来调节牵引速度和变换牵引方向的行走部。牵引速度的调节是有级的,不能自动调速,而且结构复杂,已极少使用。

(2) 液压调速行走部又称液压牵引部。利用容积式液压传动的调速特性来实现调速性能的行走部。曾是滚筒采煤机应用最多的调速方式。通过油泵排出的压力油,驱动油马达,油马达再经齿轮传动或直接带动驱动轮。利用改变变量油泵的排油量和排油方向(或利用换向阀改变油流方向)来改变油马达的转速和转向,从而实现牵引速度的调节和牵引方向的变换。

液压行走部的基本液压元件应包括动力元件、执行元件、控制元件和辅助元件等。油泵是动力元件,用来将机械能转换成液体介质的液压能。油马达是执行元件,用来将油泵提供的液体介质的液压能转换成机械能。控制元件用来控制液压系统的流量、压力和流向,包括压力阀、方向阀、伺服阀等液压元件。辅助元件包括辅助泵、压力表、滤油器、蓄能器、管件及油箱等。

按液压系统主油路液流的循环方式,有开式液压系统和闭式液压系统两种。①开式液压系统:油泵从油池吸油,排出的压力油供油马达工作,从油马达排出的油液直接流回油池。开式液压系统简单,但油泵直接从油池吸油需要选用自吸性能良好的油泵和大流量的滤油器,否则脏物和空气易进入系统,影响系统工作的可靠性,早期的滚筒采煤机液压行走部采用这种系统。②闭式液压系统:油马达的回油直接供油泵吸入,形成一个闭合循环油路。通常采用双向变量油泵,以改变油泵的排油方向来实现油马达的换向。闭式液压系统必须设有辅助供油泵,向系统供油,以补偿闭合油路的泄漏,并对系统进行冷热油液的交换。辅助油泵的供油压力一般为 $1\sim 2\text{MPa}$,供油量为主油泵最大流量的 $12.5\%\sim 20\%$ 。闭式液压系统结构紧凑,系统内油液清洁,运转平稳,换向冲击小,但系统结构复杂。现代滚筒采煤机的液压行走部都采用闭式液压系统。

按油泵—油马达的组合方式分为变量泵—定量马达和变量泵—变量马达两种。多数滚筒采煤机的液压行走部采用变量泵—定量马达系统。

液压行走部可实现无级调速和自动调速。自动调速包括牵引特性自动调速和截割电动机恒功率自动调



速。①牵引特性自动调速是根据牵引阻力大小来进行调速,可分为恒牵引力调速和恒牵引功率调速。恒牵引力调速是在整个额定工作牵引速度范围内,保持最大牵引力不变。恒牵引功率调速是在额定工作牵引速度范围内最大牵引力不变,超过额定工作牵引速度,牵引力随着牵引速度的增大而减小,保持牵引功率恒定,直到最大调速速度。②截割电动机恒功率调速是根据截割电动机(主电动机)实际负载的大小自动调节牵引速度,使电动机保持在接近额定功率的状况下运行,以充分发挥机器的效能,并防止电动机过热。

(3)电气调速行走部又称电牵引部。采用电气调速传动,是当代滚筒采煤机采用的先进牵引调速方法,将逐渐取代液压调速。由专用牵引电动机经传动装置带动驱动轮,利用电气调速装置来改变电动机的旋转方向和旋转速度,实现牵引方向的变换和牵引速度的调节。按电气调速传动的类型可分为直流电牵引和交流电牵引两种。①直流电牵引采用直流调速传动,通过直流调速装置来改变直流电动机电枢电压及励磁电压的大小和方向,从而调节电动机的转速和变换转向。直流电动机又分为串激直流电动机和它激直流电动机两种,其中以它激电动机应用最多。②交流电牵引采用交流调速传动,目前广泛应用交流变频调速技术,依靠交流变频调速装置改变交流电动机的供电频率和供电相序,来实现电动机转速的调节和转向的变换。交流变频调速比直流调速技术更先进,工作更可靠,有取代直流调速的趋势。

(芮冰)

gunya poyan

滚压破岩 (rock breaking by rolling) 利用滚动刀具在岩面上滚动产生的冲击压力和剪切力,压碎和碾碎岩石的破岩方法。牙轮钻机、钻井机和全断面掘进机都采用这种破岩方法。所用的刀具是牙轮、盘形滚刀或它们的组合型式。牙轮具有截顶圆锥状的外形,表面镶嵌不同形状的齿。破碎坚硬岩石的牙轮,常镶嵌球形齿;破碎页岩或塑性较大的中硬岩石的牙轮,常镶嵌楔形齿。矿用穿孔钻头主要为三牙轮钻头。盘形滚刀呈圆盘状,周边呈楔形,一般不镶齿,用于较大面积的破岩。与切削、冲击和研磨等破岩方式相比,滚压破岩效率高,对不同岩性的适应性最强。

滚压破岩机理 牙轮和盘形滚刀都是用轴向压力压碎岩面,牙轮钻杆和盘形滚刀的扭矩,使牙轮和盘形滚刀在岩面上滚动从而碾碎岩面。盘形滚压在岩面上造成连续破碎(图1a),牙轮滚压(图1b)使岩面造成不连续破碎,都是基于冲击压碎和剪切碾碎的综合

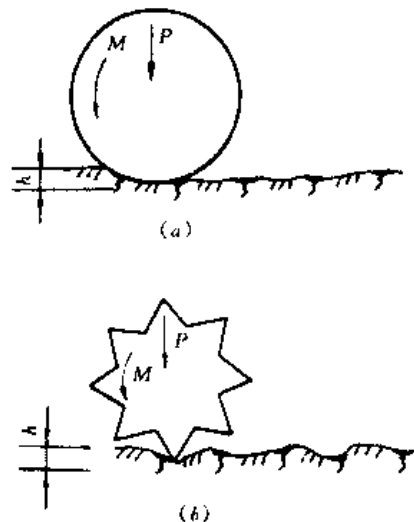


图1 滚压破岩机理
a—盘刀滚压; b—牙轮滚压

作用。

冲击压碎作用 岩石具有各向异性和不均质性,大多数中硬和坚硬岩石更具有脆性。滚压时,在岩面上软的地方刀具压入得较深,而在硬的地方压入得较浅。因而,滚压过程伴随有刀具的上下跳动,不断地冲击岩面。嵌齿的牙轮滚压时,交替地以一个齿尖或两个齿尖接触岩面,它们的上下跳动和对岩面的冲击就更大。嵌齿与岩面一次接触的时间(冲击周期)决定于齿数和转速,它应大于破碎岩石所需的时间。在相同的条件下,脆性岩石冲击破碎所需要的时间比塑性岩石短得多。

剪切碾碎作用 滚压时,刀具与岩面接触处的摩擦力,刀具沿圆周滚动其内侧对岩石的挤压,以及设计时人为造成刀具对岩面的滑动,使得牙轮和盘刀具有剪切和碾碎岩石的作用。刀具对岩面的滑动可以产生类似切削的作用,把冲击压碎形成的凹陷破碎掉,因而扩大岩石的破碎面积,提高破碎效率。牙轮钻设计中,用各种办法人为造成刀具对岩面的滑动,比如使牙轮轴心与钻头不重合(称为移轴),使牙轮有两个锥顶角(称为复锥),使牙轮锥顶超出钻头中心(称为超顶),或使牙轮锥顶缩在钻头中心以内(称为退顶)等,可以使牙轮的运动速度和牙轮与被破碎岩面的接触速度不一致,达到产生滑动和剪切作用的目的。

滚压破岩的过程相当复杂,至今仍有许多问题有待研究。

破碎体的成因 滚压破岩时,刀具对岩面的推力和侵深、滚动力和侵深都存在跃进式的规律,也存在密实核和沟槽侧面崩裂等现象。滚压破岩形成的破碎体

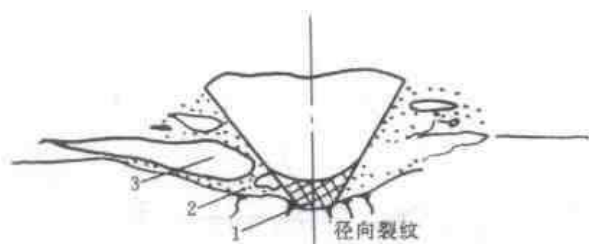


图2 滚压破岩断面

1—粉碎体；2—碎断体；3—断裂体

(图2),由粉碎体、碎断体和断裂体三部分组成。它们各自包含不同破碎块度的岩石:粉碎体为 $0.03 \sim 2.5\text{mm}$;碎断体为 $2.5 \sim 20\text{mm}$;断裂体大于 20mm 。

粉碎体是剪切错动的产物。因岩石的抗压强度比抗压强度低得多,岩石易被剪切破碎。形成粉碎体后,岩体内的应力分布不再服从赫兹(Hertz)理论。刀具通过粉碎体向尚未破碎的岩体部分施加作用力。在此过程中,粉碎体被压实和积蓄能量,向其周围的岩体均匀地传力,使之产生切向拉应力,逐渐形成径向裂纹。粉碎体中的岩粉侵入裂纹,使裂纹扩张,形成碎断体,碎断体的体积膨胀,把靠近自由面的岩体部分劈开,形成断裂体。

盘刀参数对破碎量的影响 由实验得到盘刀参数对岩石破碎量的影响规律如下:

轴向推力必须超过被破碎岩石相应的临界值,刀具才能侵入岩面。轴向推力越大,刀具侵入越深。

刀刃角必须小于被破碎岩石相应的临界值,刀具才能侵入岩面。刀刃角越大,刀具侵入越浅。

轴向推力一定时,盘刀直径越大,破碎量越少,刀刃圆角半径越大,破碎量越少,且软岩的破碎量比硬岩的破碎量减少得多。

盘刀相邻轨迹的径向间距,称为刀间距。对于岩石,在一定的轴向推力下,有一个破碎量最多的最佳刀间距。大于或小于这个最佳值的刀间距,都使破碎量减少。刀间距超过最大临界值,则各盘刀的滚压破岩过程互不影响,和单刀的破岩效果一样。

牙轮钻主要参数的影响 牙轮钻穿孔的主要参数为轴压、扭矩、转速和排渣风量。轴压不但影响钻速,还影响破岩的机理。当轴压很小时,岩石是靠摩擦力引起的表面磨损破碎的,钻头磨损严重,钻速低。当轴压较大,但牙轮对岩石的接触压力仍未达到岩石极限强度时,牙轮使岩石产生微裂纹并使裂纹增多后,才形成大颗粒岩屑。轴压足够大,接触压力达到岩石的极限强度后,才产生破岩效果的跃进。钻速与钻头转速呈线性关系。扭矩的影响比较小,基本不随转速变化。排渣风

量对钻速和钻头使用寿命影响很大。增大风量可以有效排渣,改善破岩条件,降低能耗,提高钻速。但风速过高引起的喷砂作用,会加速钻杆和钻具的磨损。故钻杆与钻孔壁之间的排渣风速大约在 $15.3 \sim 25.4\text{m/s}$ 为宜。

参考书目

徐小荷、余静,《岩石破碎学》,煤炭工业出版社,1984。

(陶驰东 杨长明)

guozai baohu

过载保护 (overload protection) 又称过负荷保护。对电气设备(电动机、变压器、线路等)超过其额定负载的不正常运行所实施的保护。

过载的主要原因及危害 井下电气设备和配电网过载的主要原因有:①机械设备在工艺或其它方面的原因造成电动机过载;②电动机起动转矩不足或重负载起动、频繁起、制动及反转造成起动电流持续时间超过允许时间;③负载接近满载情况下发生电源断相,电源电压下降、电源频率波动等故障时。过载通常引起电流超过额定值,从而使电气设备的铜损耗急剧增加,导致温度迅速上升超过正常运行温度,轻者使绝缘加速老化,缩短电气设备使用寿命;重者很快使绝缘烧毁,导致电气设备损坏,甚至发生电火灾等更严重的恶性事故。过载是煤矿井下最常见的不正常运行状态,也是造成电气设备损坏的主要原因之一。

电动机、变压器、电缆的过载能力 由于设计时留有的余量,电气设备正常工作温度都是小于绝缘材料允许的最高温度,因此电动机、变压器、电缆等都具有一定的过载能力。由于设计、结构、工艺以及环境温度、冷却方式等不同,导致不同型号、不同额定功率电气设备之间过载能力有很大差异,归纳成一个统一的范围比较困难。但是一种趋势是共同的,也就是过载倍数 β 越大,允许过载的时间 t_m 越小。典型的电动机、变

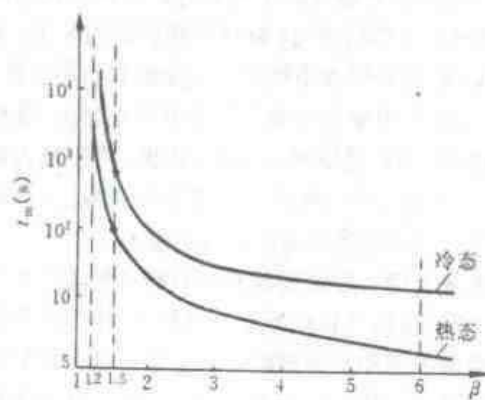


图1 电动机允许过载特性

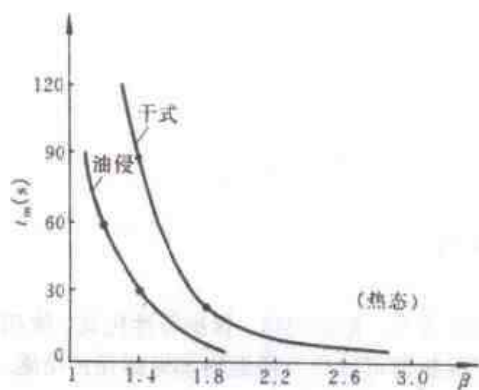


图2 变压器允许过载特性

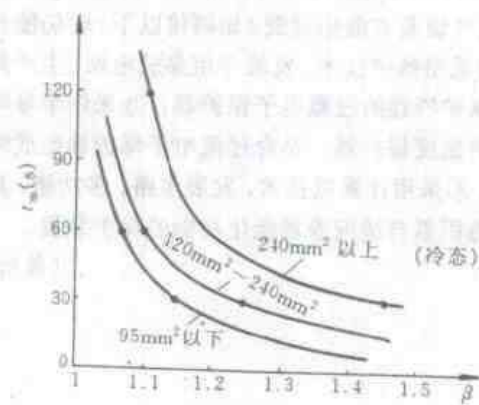


图3 电缆允许过载特性

压器、电缆允许过载特性如图1~3所示，图中冷态是指过载前设备处于不通电状态，温升为零；热态是指过载前设备已处于额定负载状态，而且温升已达稳定。

过载保护特性 过载保护动作时间 t 和过载电流倍数 β 的关系称为过载保护特性。从电气设备允许过载特性可知，在曲线左侧即为电气设备正常工作区，而右侧即为电气设备不允许工作区，设置过载保护特性一定要在曲线的左侧，即电气设备正常工作区。图4画出了3种典型的过载保护特性，其中 a 称为定时保护特性； b 称为阶段定时限保护特性； c 称为反时限保护特性。

为了充分利用电气设备的过载能力，显然反时限的保护特性是最为理想的，因为电气设备只能工作在保护特性的左侧，因此保护特性与允许过载特性之间的区域即为不能充分利用的区域，只有反时限保护特性可使这区域最小。这一点对于煤矿井下一些生产机械，特别是经常短时过载的井下工作面机械尤为重要。例如采用定时限过载保护，则稍有过载保护装置就动作，影响生产，实际上无法使用。即使采用反时限过载

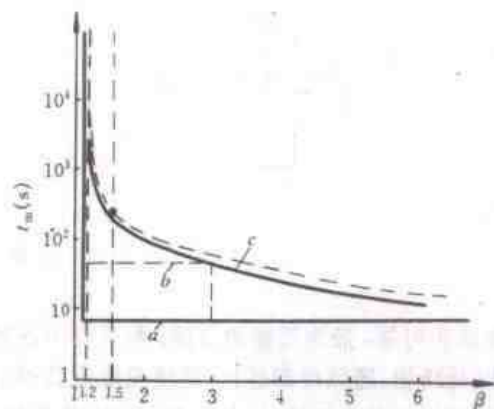


图4 电气设备过载保护特性

保护，若低倍过载保护动作时间过短，也同样不能充分发挥设备的潜力。因此必须是保护特性与允许过载特性尽可能紧密配合的反时限过载保护特性才是最为理想的。

电气设备热态过载时间与冷态过载时间有着较大差别。为了充分利用冷态过载时间较长的特点，过载保护特性应当能区分热态和冷态。电气设备多次重复短时过载，若每次过载时间均小于允许过载时间，那么保护装置可能不动作，但电气设备由于热积累而可能烧损。因此过载保护必须具有模拟和记忆热积累的功能，这样才能保护各种工作方式下电气设备的过载。

过载保护的实施 过载保护根据不同场合，可以采用电流继电器、热继电器、温度保护器与过载电子保护器等来实施。

(1) 采用电流继电器实施过载保护 对一些负载比较稳定的场合，可以采用一般的电磁式电流继电器配合时间继电器构成定时限或阶段定时限的过载保护。对负载变化剧烈容易发生短时过载的场合可以采用感应式电流继电器的反时限部分进行过载保护。但这类方法所用电器较多，体积较大，整定较困难，目前只适用于大中功率电气设备。

(2) 采用热继电器实现过载保护 热继电器指用于交流异步电动机过载保护的继电器。对连续工作方式下电动机采用热继电器进行过载保护，方法简单经济，但由于整定范围窄，不够准确，不适用于间断工作方式，因此过去虽广泛使用在隔爆型电磁起动器中，目前趋于减少。

(3) 温度保护器 温度保护器采用各种温度继电器或半导体感温元件预埋在受保护电动机或变压器绕组周围，测取温度信号，传送到控制装置实施过载保护。从理论上讲，过载造成电气设备损坏主要是热破坏，因此在发热最敏感的部位利用温度传感器进行监

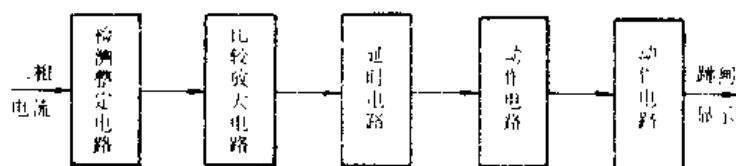


图5 过载电子保护原理框图

视、保护是最为可靠，最为简捷的方法。而且对于各种工作方式以及断相、通风冷却恶化、环境温度升高等引起绝缘热破坏均能进行保护，故此法又称完全热保护。目前较为常用的温度传感元件是基于双金属片原理的温度继电器以及正温度系数的开关型热敏电阻。由于感温元件需要预埋，还需要由专用电缆将温度信号传送到控制装置，因此目前采用不普遍。

(4) 过载电子保护器 过载首先反映在电流增加超过额定值，过载损坏电气设备主要是因铜耗急剧增加发热使绝缘破坏，因此通过检测电流也能间接检测到发热，从而实现保护。组织电子线路可以实现优良的反时限保护特性，实施原理框图如图5所示。过载电子

保护器调整方便、整定准确、保护特性优良、体积小，过载电子保护器可以很方便地增加短路保护功能，也就成为过流电子保护器。

发展趋势 ①降低电气设备的热负荷，选用低损耗铁芯材料、高耐热绝缘材料和优良的绝缘结构和工艺，使电气设备在低倍过载（如两倍以下）时仍能长期工作；②采用数字技术、发展专用集成电路，生产具有反时限保护特性的过载电子保护器；③采用半导体感温元件的温度保护器，结合过流电子保护器形成综合保护器；④采用计算机技术，发展多路、多功能，具有整定、热积累自适应等智能化功能的保护装置。

（姜幼民）

H

hangdao zhihu shebei

巷道支护设备 (drift supporting equipment)

将巷道支护构件或加固材料敷设到巷道围岩上的设备。有锚喷支护设备、支护机械和壁后充填等设备。

锚喷支护设备 完成巷道锚杆支护并将混凝土喷射到井巷围岩表面的支护设备。主要有锚杆钻孔机、锚杆安装机、混凝土喷射机等。锚杆钻孔机分单体型、机载型两类。单体型为手工操作,机载型安放在掘进机的回转平台上,由控制阀遥控操纵。锚杆安装机有气动、电动和液动三种。混凝土喷射机有干式和湿式两种。

支护机械 掘进巷道架设各类支护构件的机械(见支护机械)。根据功能分架棚机和支护机械手两种。架棚机用于起吊安装各种支架构件,可用主柱支撑在顶底板上,也可悬挂在矿车的端部,吊挂在巷道单轨吊上或独立的门架上。支护机械手主要用于吊装混凝土弧板。

壁后充填设备 将速凝充填料经管道压送并填充至巷道支架壁后的机械(见壁后充填设备)。按壁后充填工艺和充填料性质的不同,分为干式和湿式两种。当采用料石砌碛和混凝土弧板支护时,壁后空帮、空顶处必须用砂浆等充填严密。

20世纪50年代以前巷道支护主要为木支架、料石砌碛,以人工搬运、吊装为主。50年代中期逐渐采用金属支架、混凝土支架和锚杆支护。为提高支护质量,加快支护速度,苏联首先研制出各种架棚机和弧形板支护机械手,用于安装装配混凝土支架及弧形板。70年代中国广泛推广了锚喷支护技术,锚喷设备应运而生;80年代又研制成安装装配混凝土弧形板的支护机械手。

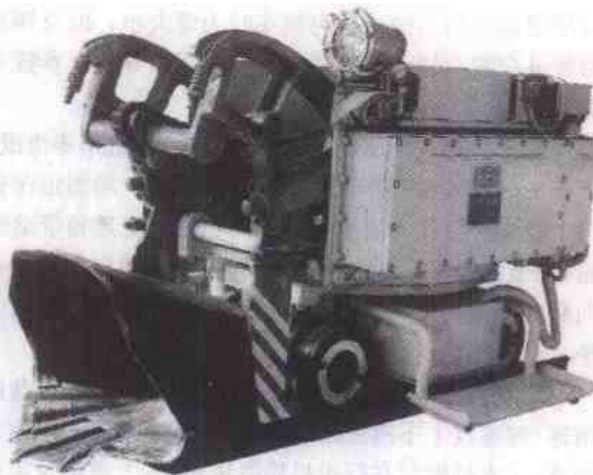
(马淦元)

houxieshi zhuangzai (yan) ji

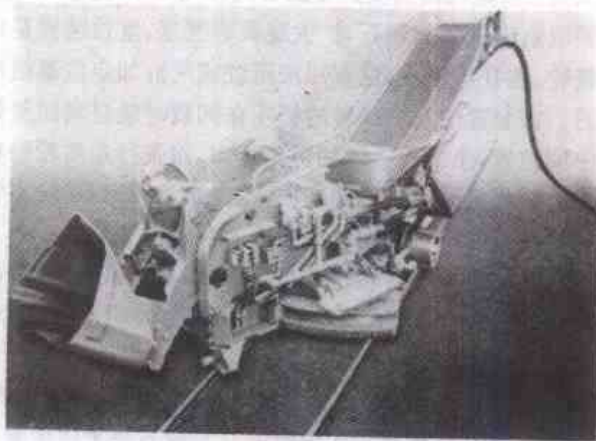
后卸式装载(装岩)机 (rear dump bucket loader) 用铲斗作工作机构,从底部铲取爆落的

岩石,越过机身上方向后卸载的装载机械。主要用于中小断面巷道掘进的装岩作业,连续装载能力一般为 $15\sim 140\text{m}^3/\text{h}$ 。

分类 按装载方式分直接装车式和带转载机式两种(见图)。前者体积小,机动灵活,使用方便;后者转载机下方可容纳大容量矿车。按驱动方式分为气动、电动和电—液驱动三种。



(a)



(b)

后卸式铲斗装岩机

a—直接装车式; b—带转载机式



基本结构 由工作机构、翻斗机构、回转机构、行走机构和操纵机构等组成,有的还带转载机。

工作机构 包括铲斗、斗柄和横梁。铲斗是以向前推进方式铲取松散岩石或煤进行装载的斗状构件。其斗容是衡量装岩机生产能力的主要指标及确定功率的主要依据,一般为 $0.1\sim 0.6\text{m}^3$ 。铲斗采用高强度耐磨钢板,由底板、左右侧板、顶板和后侧板焊接而成。底板前端是一个圆弧形斗刃,中间有一光滑的凹下部分,以便清理轨道中间和两侧的岩石。左右侧板与底板相接处做成光滑的弧形圆角,以利铲斗向左右两侧铲取物料。

斗柄一般为左右对称铸钢件。斗柄的工作边为一光滑的圆弧形或多段圆弧形曲线,当铲斗向后卸载时,能在滑道上平稳地滚动。也有少数斗柄采用直连杆或齿条等其他形式。

横梁是连接左右斗柄,使铲斗和斗柄组合成一体的构件。横梁的中点是牵引铲斗向后翻转的受力点,所以横梁在斗柄上的位置与翻斗时力臂大小,以及卸载时铲斗位置和岩石抛射速度、抛射距离等技术参数有关。

翻斗机构 由驱动机、变速箱、链轮、链条等组成。链条一端安装在工作机构的横梁上,另一端固定在链轮上。当铲斗插入岩堆后,驱动机通过变速箱带动链轮,使链条牵引斗柄在滑道上滚动,铲斗即向上升举并向后翻转抛出斗内岩石,完成装载和卸载工作。卸载完毕,铲斗靠自身重量落回到初始位置。

回转机构 由回转盘、复位装置等组成。回转盘由钢球、球座及上下座板组成,钢球与球座组成一副推力轴承,下座板固定在行走机构的机座上,上座板固定在轴承上方,用来安装翻斗机构、工作机构、滑道和操纵机构。回转机构能使铲斗左右回转约 30° ,使铲斗可以铲取轨道两侧的岩石,扩大装载而宽度。复位装置是由鼓轮、连杆等组成,也有用液压缸或气缸加定位器组成的。该装置使左右回转的铲斗在卸载时能自动回复到中间位置,使岩石不卸到矿车外面。履带行走和轮胎行走的装岩机因轮轴能够转向,不受轨道约束,所以不需要回转机构,可以在任何宽度的巷道内装岩。

行走机构 有轨轮式、履带式和轮胎式三种,后两种应用较少。轨轮式行走机构由驱动机、机座、传动机构、轮对等组成。驱动机有气动机、电动机和液压马达三种。机座一般为铸钢件,前后各有一个弧形缓冲器。当铲斗插入岩堆时,其后侧板及斗柄下部紧贴前缓冲器,将机身的动能传递给铲斗;当铲斗与岩石发生撞击时还可使装岩机得以缓冲。后缓冲器用来缓解装载(装岩)机与矿车的冲击力。机座上方装有回转托板,用来

安装回转机构。机座内装有齿轮副,将动力分别传递到前后轮轴上,也有先传递到前轮轴,再用链条将动力从前轮轴传递到后轮轴,使装载(装岩)机获得最大的粘着牵引力。装载(装岩)机的行走速度一般为 $0.8\sim 1.2\text{m/s}$ 。轮胎式行走机构和轨轮式类似,但能自由转弯。履带式行走机构参见掘进机械履带行走机构。

操纵机构 用来启动行走机构、翻斗机构和转载机的驱动机,以完成装卸功能。气动操纵机构由供气阀和组合操纵阀等组成。电动操纵机构均为隔爆型,由电控箱、操纵按钮等组成。电液操纵机构由电控箱、泵站、电磁换向阀以及其它液压元件组成。

转载机 直接装车式装载(装岩)机的工作机构因受翻斗速度和工作高度的限制,岩石卸载时的抛射距离一般只有 2m 左右,对于长度大于 2m 的矿车,其矿车后部无法装满,因此需采用带有转载机的装载(装岩)机,铲斗将岩石卸入转载机后再经转载机卸入矿车内。转载机也可储存部分岩石,多采用带式。

工作原理 靠机体向前运动的冲力,使位于前端的铲斗沿巷道底部插入岩堆,然后由链条牵引铲斗升举,向上越过机身顶部,向后抛射卸载。这种装岩方式,要求机体有一定的重量和速度,以克服岩堆的阻力。

简史 20世纪30年代以来,英国、美国、德国、前苏联等主要产煤国家,曾大量推广使用后卸式装载(装岩)机。70年代以后,由于巷道断面增大,它受插入力和装载工作面宽度等条件的限制,使用范围逐渐缩小。在上述这些国家的大型和部分中型断面巷道掘进中,该机型基本被侧卸式装载(装岩)机所代替。中国煤矿在50~60年代也曾推广该类装载(装岩)机,70年代以后,逐渐被耙斗式装载(装岩)机所代替。

(童溪汉)

huayi dingliang zhijia

滑移顶梁支架 (slipping roof bar composite support)

由顶梁与液压立柱组成,以液压为动力;前后顶梁互为导向而前移的支架。它结构简单、重量轻、价格低。但在破碎顶板条件下支护效果差,操作复杂,移架慢,易倒架,损坏率高,安全性差。一般适用于缓倾斜、顶板完整和网下开采的薄或中厚煤层,也用于厚煤层网下放顶煤工作面。在端头支护中时有应用。中国多用于中小型煤矿。

简史 60年代联邦德国最早研制滑移顶梁支架,它是介于液压支架和单体液压支柱之间的一种支护设备。最初用来代替单体液压支柱和铰接顶梁,以减轻搬移支柱和顶梁的劳动,提高生产效率,减少支柱丢失。

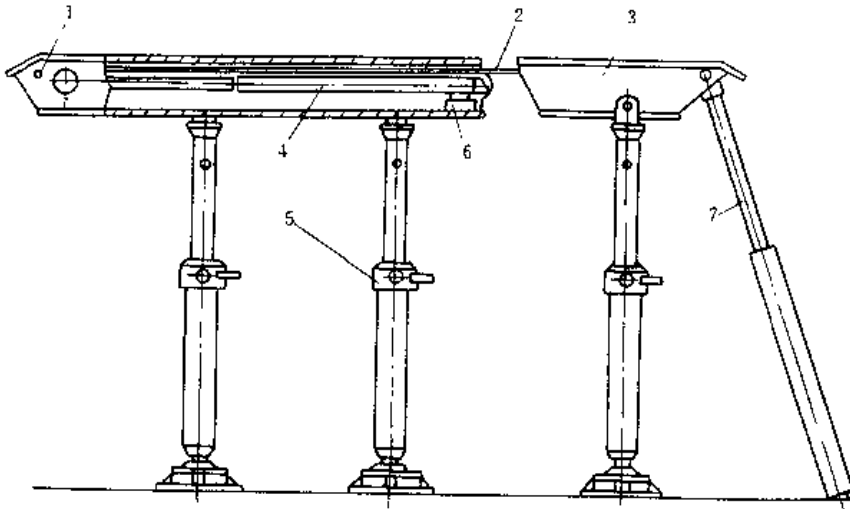


图1 卸载式滑移顶梁支架简图

1—前顶梁；2—弹簧钢板；3—后顶梁；4—移架千斤顶；
5—单体液压支柱；6—双向阀；7—摩擦支柱

它的结构原理与框式和节式支架相似，但更简化、轻便。中国80年代初开始使用滑移顶梁支架，到80年代末期应用较多，但使用效果不佳，已呈减少趋势。

分类 滑移顶梁支架按支撑方式可分卸载式与半卸载式两种。

卸载式滑移顶梁支架 前梁和后梁可滑移并交替卸载的滑移支架（图1）。滑移顶梁由箱体内装有推拉千斤顶的前梁和后梁组成，前、后梁之间用弹簧钢板连接，前梁可沿该钢板滑动。通过钢板，前、后梁可互相将对方悬起。立柱分别支撑在前梁与后梁下方。该支架的操作过程是：先将前梁卸载，此时后梁仍撑紧顶板并

通过弹簧钢板将前梁连同其下方支柱悬吊起来，再利用推拉千斤顶将它向前滑移一个步距。待前梁下方支柱选好最佳支撑位置后进行升柱，使前梁撑紧顶板。然后，后梁卸载，在弹簧钢板的作用下，后梁与下方支柱被悬吊起来并借助推拉千斤顶作用滑移跟进一个步距。当下方悬吊支柱摆正位置后升柱，后梁撑紧顶板，支架完成一个工作循环。

半卸载式滑移顶梁支架 主滑移顶梁卸载时，尚有其它支护构件支撑或临时支撑顶板的滑移顶梁支架（图2）。半卸载式滑移顶梁支架的顶梁由前梁和后梁组成，在前梁和后梁上均有可滑动

副梁，副梁上装有垫板和立柱。顶梁箱体中设有弹簧拉杆和推拉千斤顶。该支架的工作过程是：主前梁卸载，而前梁的副梁仍然支撑顶板，被悬吊的主前梁与立柱向前滑移一个步距。然后，升悬吊立柱，使主前梁支撑顶板。随后将前梁的副梁卸载，向前滑移一个步距后升柱，使副梁撑紧顶板。接着再使主后梁卸载，后梁上的副梁仍然支撑顶板，被悬吊的主后梁与立柱向前滑移一个步距，然后升悬吊立柱使主后梁支撑顶板。最后将后梁的副梁卸载向前滑移一个步距后升柱，使副梁撑紧顶板，支架完成一次工作循环。半卸载式滑移顶梁支架类型较多，动作方式各异，但工作原理相似。

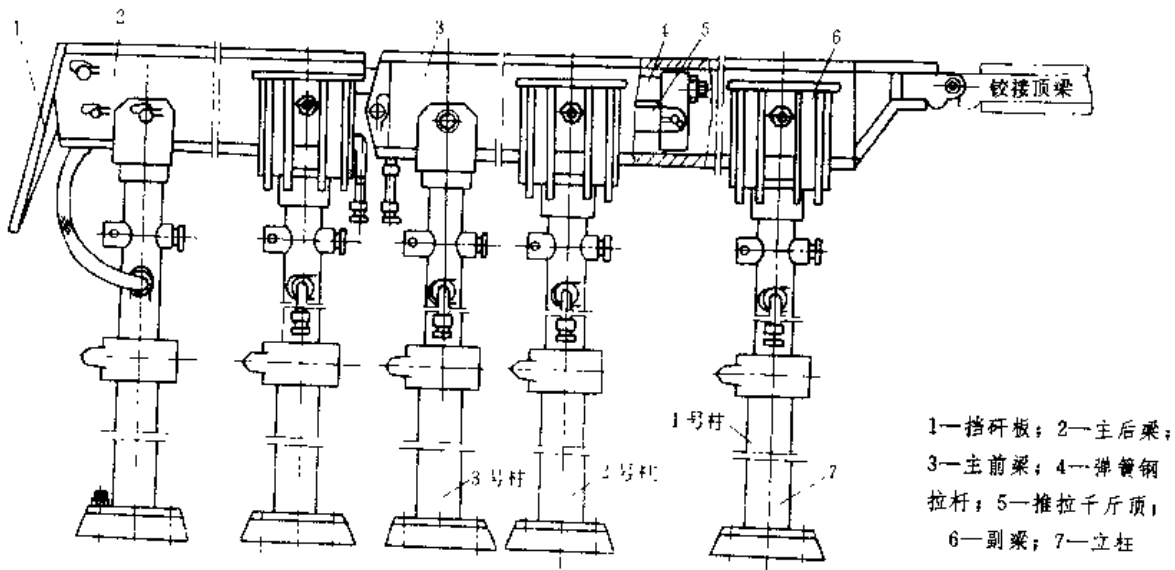


图2 半卸载式滑移顶梁支架简图

1—挡研板；2—主后梁；
3—主前梁；4—弹簧钢
拉杆；5—推拉千斤顶；
6—副梁；7—立柱

（张惠民 李金良）

huanxiang geli kaiguan

换相隔离开关 (phase reversing disconnect) 能改变电源相序,并在断开位置提供一个按照要求绝缘距离的手动机械开关。它有明显的位置标志,起换相和隔离电源的作用。其正常工作状态是:无载状态下断开或闭合电路;闭合状态下它能长期承载额定电流,短时承载过载电流;在一些非正常条件下,要求具有约定的较少次数的有载分断能力。

按灭弧介质可分为空气式和真空式(见真空换相隔离开关)两大类,其中空气式按结构特点可分为刀闸式、旋转式和速动式3种。

刀闸式换相隔离开关 带有刀形动触头,在闭合位置与底座上的静触头相楔合的开关。其特点是结构简单、制造容易、成本低。缺点是无灭弧系统,不具有分断负载电流的能力。

旋转式换相隔离开关 动触头组沿着旋转体表面排列,通过旋转与静触头闭合或断开开关,其特点是结构简单、制造容易、成本较低;有灭弧系统、具有一定的分断电流的能力。缺点是分断电流不是采用快速分断,其分合速度与手柄的操作速度有关,因此不能分断较高倍数的负载电流。

速动式换相隔离开关 动、静触头及操作机构采用弹簧储能式,并能快速闭合或断开的开关,其特点是有灭弧系统,能分断较高倍数的电流,可以带负载分断电流。缺点是结构较复杂,成本较高。

中国煤矿井下大量使用的QC83系列矿用隔爆型电磁起动器中的换相隔离开关大都是采用刀闸式换相隔离开关,因不能分断负载电流,只能在无负载下进行操作。随着煤炭工业生产的发展,要求起动器能频繁进行操作,有可能使接触器的主触头焊牢或控制电路失灵,造成接触器不能分断主电路时,需要由换相隔离开关来分断负载电流。中国从70年代起矿用隔爆型电磁起动器中开始选用旋转式、速动式和真空式换相隔离开关,它们分别具有分断1~6倍额定电流的能力。

(常平湘)

hunngtu pensheji

混凝土喷射机 (shotcreting machine) 以压缩空气为动力,将水泥、砂、碎石和水等混合料,以一定的速度喷射到井巷围岩表面或其他建筑物表面的设备。广泛用于巷道、洞室、隧道等工程的混凝土支护作业及其他需喷射混凝土的建筑工程。

分类 按施工工艺分为干式混凝土喷射机和湿式混凝土喷射机两类。干式有罐式、转子式、鼓轮式、螺

旋式、简易负压式等结构;湿式有活塞式、软管挤压式、螺杆式等结构。干式喷射是将干的混合料在压缩空气风流中呈漂浮状态运送,并在喷嘴处加水混合喷出。对于其中混合料含水率较高的,中国称其为潮式。湿法喷射是将一定水灰比的混凝土湿料,用泵通过管道压送至喷嘴,再通过压缩空气喷出。

罐式混凝土喷射机 以罐体作为配料器的干式混凝土喷射机。有单罐和双罐两类,按罐的排列形式又可分为双罐立式串接型、双罐立式并列型、双罐卧式串接型、双罐卧式并列型、单罐立式、单罐卧式等六种。最常见的是双罐立式串接型混凝土喷射机,该机由受料斗、上下罐体、拨料机构、气控装置、油水分离器及车架等组成(图1)。

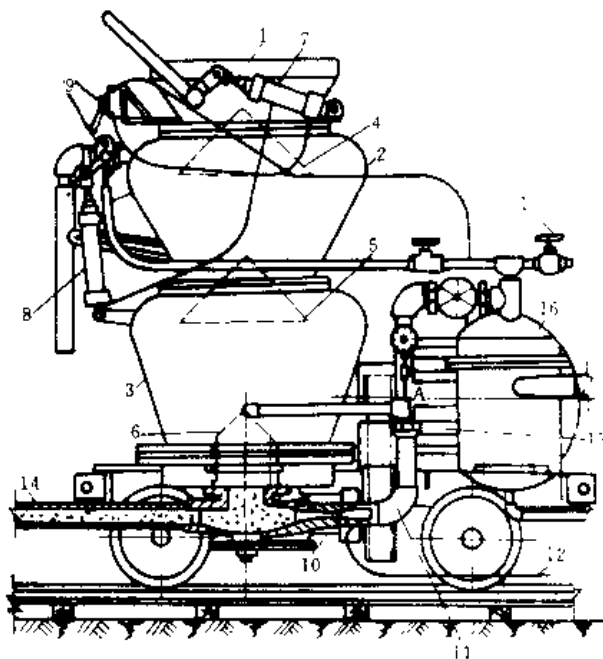


图1 双罐立式串接型混凝土喷射机

- 1—受料斗; 2—上罐体; 3—下罐体; 4—上钟形阀;
5—下钟形阀; 6—分配阀; 7—上钟形阀气缸;
8—下钟形阀气缸; 9—控制阀; 10—喉管; 11—喷射
机进风管; 12—速凝剂注入管; 13—速凝剂罐进风阀;
14—输料管; 15—电动机; 16—油水分离器

工作时关闭下钟形阀,打开上钟形阀,装料斗的干混合料落入上罐;关闭上阀,上罐充气,待上、下罐压力平衡时,下阀自动打开,混合料落入下罐。上、下罐交替上料,喷射机即可连续喷射。在上、下罐交替入料的同时,分配盘不断地旋转,将下罐的混合料送到出料口,再由压缩空气送入输料管,经喷嘴与水混合后喷出。罐式混凝土喷射机的生产能力 $4\text{m}^3/\text{h}$,最大输送距离水平200m,垂直40m,体积较大,易反风,粉尘较大。

转子式混凝土喷射机 以转子体作为配料器的干式混凝土喷射机。最常见的结构有两种,一种是直筒形料腔、另一种是“U”形料腔。该机由主机、传动机构、风路系统、电气系统和机架等组成。主机由旋转体、密封胶板、定量下料机构、搅拌器、料斗、出料弯头、上下壳体等组成(图2)。旋转体由电动机带动不断地旋转,与旋转体一同转动的拨料板拨动干混合料,干混合料由料仓漏入旋转体的圆形料管内,再由对准料管的压缩空气吹出,混合料经出料弯头、输料管路送至喷嘴与水混合后连续喷出。转子式混凝土喷射机生产能力 $5\sim 7\text{m}^3/\text{h}$,最大输送距离水平300m,垂直60m,现已在煤炭系统普遍使用。该机存在的主要问题是粉尘率高($500\text{mg}/\text{m}^3$ 以上)和回弹量大(约30%)。

鼓轮式混凝土喷射机 以鼓轮作为配料器的干式混凝土喷射机。该机由受料斗、壳体、鼓轮、传动机构、进料口、进风弯头等组成(下页图3)。鼓轮分隔成数个周向均布的V形受料槽,横卧安置在轴承座上。鼓轮作为配料器,使受料斗与进气室隔开。鼓轮转动时,装满干混合料的V形料槽转到出料口位置,混合料由压缩空气送入输料管,经喷嘴与水混合后喷出。鼓轮式

混凝土喷射机结构简单,体积小,但密封性能较差,生产能力约 $3\sim 4\text{m}^3/\text{h}$,输送距离较短。

螺旋式混凝土喷射机 采用螺旋给料器的干式混凝土喷射机。该机由料斗、螺旋给料器、减速器、车架等组成(下页图4)。该机利用负压原理,采用中空轴螺旋送料。压缩空气通过中空轴,经前锥管吹向输料管而产生负压,干混合料由螺旋叶片推送至后锥管,在负压作用和压缩空气的推动下,被送至输料管,在喷嘴处与水混合后喷出。螺旋式混凝土喷射机的生产能力 $3\sim 5\text{m}^3/\text{h}$,最大输送距离 $8\sim 12\text{m}$,结构简单,体积小,但螺旋和锥管极易磨损,密封性能差。

简易负压式混凝土喷射机 以负压将拌合料送入输料管的简易干式喷射机。当压缩空气通过下料弯管内的风嘴时,高速气流产生负压,使装在料斗内的干混合料在自重和负压作用下被吸入锥形管,并被压缩空气推送至输料管,在喷嘴处与水混合后喷出。简易负压式混凝土喷射机的生产能力 $1\sim 3\text{m}^3/\text{h}$,最大输送距离 $5\sim 10\text{m}$,能连续喷射,结构简易轻便,但输送距离短,易反风,粉尘大。

泵式混凝土喷射机 采用混凝土泵将拌合料送入

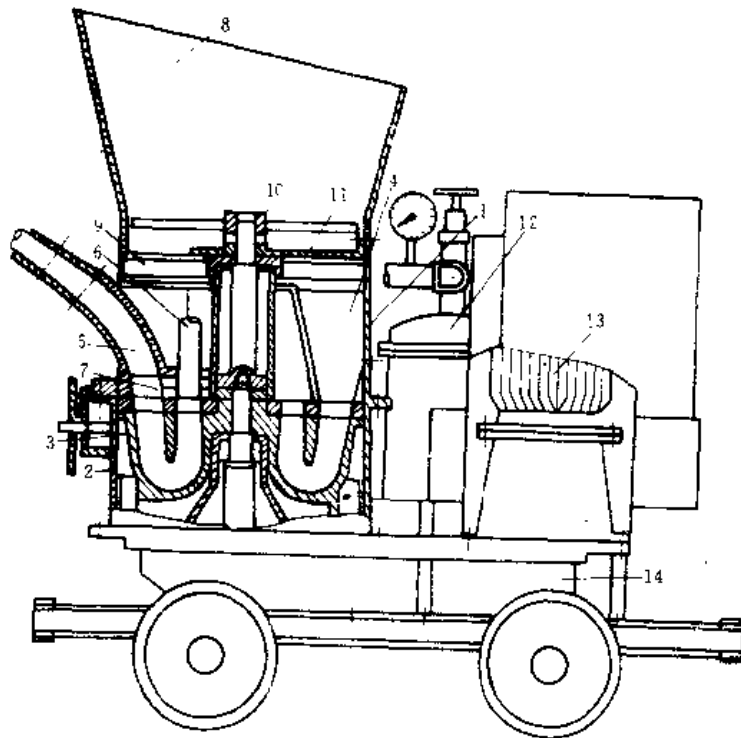


图2 转子式混凝土喷射机

- 1—上壳体; 2—下壳体; 3—转子体; 4—入料口; 5—出料弯头; 6—进风管;
7—密封胶板; 8—料斗; 9—拨料板; 10—搅拌器; 11—定量板; 12—油水分离器; 13—电动机; 14—减速器

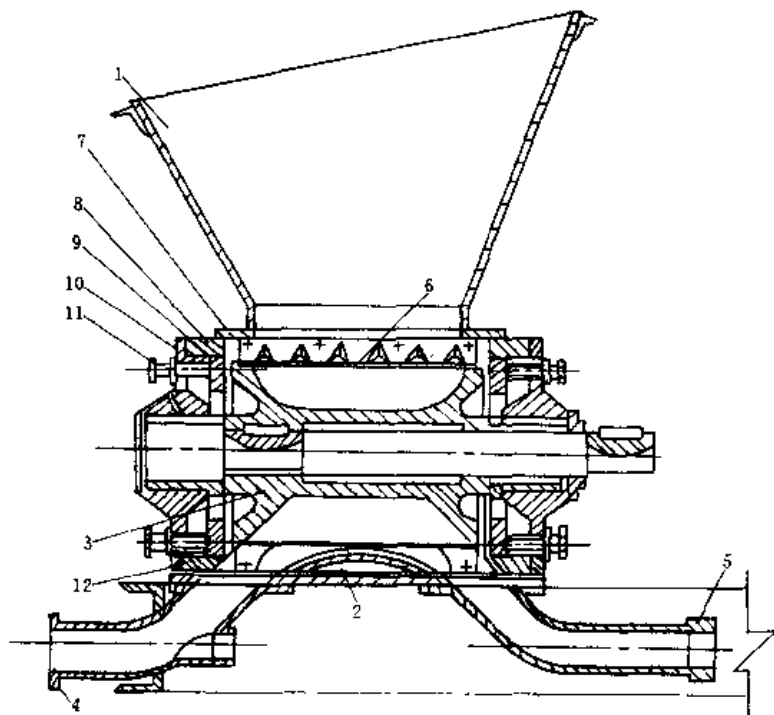


图3 鼓轮式混凝土喷射机

1—受料斗；2—壳体；3—鼓轮；4—出料弯头；5—进风弯头；6—进料口；
7—端面密封环；8—端环；9—压紧环；10—端盖；11—调节螺栓；12—轴承座

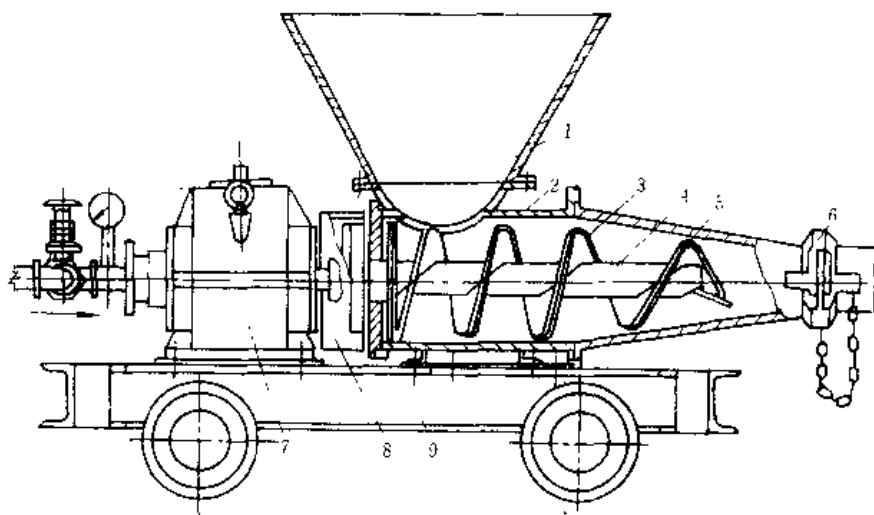


图4 螺旋式混凝土喷射机

1—料斗；2—套筒；3—锥体管；4—中空螺旋轴；5—螺旋叶片；
6—活接头；7—电动机；8—减速器；9—车架

输料管的湿式混凝土喷射机。以活塞式使用最多。该喷射机是从建筑施工中使用的混凝土输送泵发展而来的，搅拌好的混凝土由混凝土泵经输送管压送到喷嘴处，再通入压缩空气，将混凝土喷出。这类喷射机均为湿式喷射，生产能力一般是 $3\text{m}^3/\text{h}$ 左右，最大输送距

离 $20\sim 40\text{m}$ 。具有粉尘少、回弹小、水灰比准确等特点，但体积和重量较大，操作较复杂。

简史 1907年美国卡尔·阿克利(Carl·Akeley)发明单罐式喷射机，首先使用水泥砂浆喷敷地面建筑，但只能喷射不超过 5mm 的细骨料砂浆，且喷射的料流

不连续。1915 年出现双罐式混凝土喷射机, 实现了喷射料流的连续性。40 年代初瑞士和德国研制成功转子式混凝土喷射机, 结构有了根本变化, 体积也更为紧凑, 是混凝土喷射机发展的一次飞跃。50 年代初美国发明世界上第一台湿式混凝土喷射机, 开创湿式喷射新途径。中国 50 年代开始使用混凝土喷射机, 70 年代研制和推广使用转子式混凝土喷射机。

(姚自强 蒋福章)

huodong meicang

活动煤仓 (movable bunker) 转载和贮存煤及矸石的水平活动式设备。用于煤矿井下采准巷道掘进和采煤工作面的运输系统中, 起到缓冲和均衡输送作用, 以充分发挥采煤或掘进系统生产能力。活动煤仓安设在转载和贮存煤的运输环节间的巷道内, 岩石掘进工程量少, 可以拆卸搬动, 反复使用, 并可减少煤块的破碎率。

分类 按结构形式分成动底式、移动车厢式、水平巷道式、水平静力式等。

动底式煤仓 仓体固定, 底部为带式或刮板输送机。使用最广的是多条双排刮板输送机, 输送机速度可以调节, 存贮煤全部压在输送机上, 容量通常为 100~300t。运行原理见图 1。当输入输送机的煤量等于输出输送机的运输能力时, 输入的煤直接从卸载漏斗放到输出输送机上, 煤仓的底部输送机停止不动。当输入输

送机的煤量大于输出输送机的运输能力时, 输入的煤一部分直接放到输出输送机上, 多余的煤依靠煤仓底部输送机存贮到煤仓内。当输入输送机的煤量小于输出输送机的运输能力, 或者输入输送机停止工作时, 煤

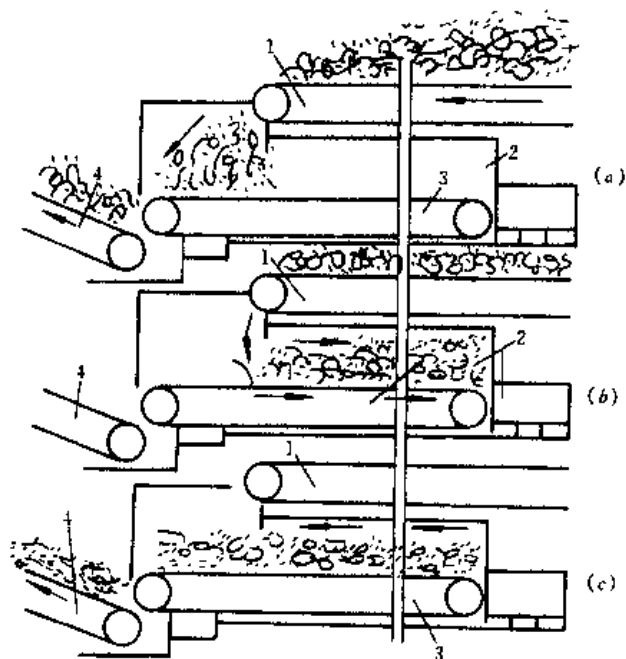


图 1 动底式煤仓运行原理图

1—输入输送机; 2—煤仓箱体; 3—底部刮板或带式输送机; 4—输出输送机

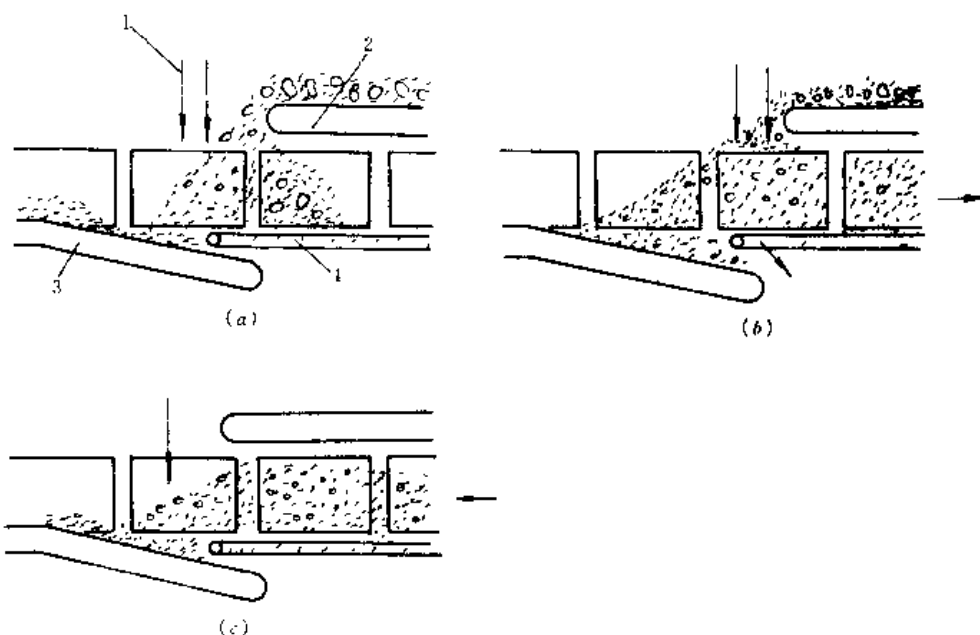


图 2 移动车箱式煤仓运行原理图

a—正常生产时; b—往车内装煤时; c—车内存煤向外运煤时
1—探针; 2—输入输送机; 3—输出输送机; 4—封底输送带

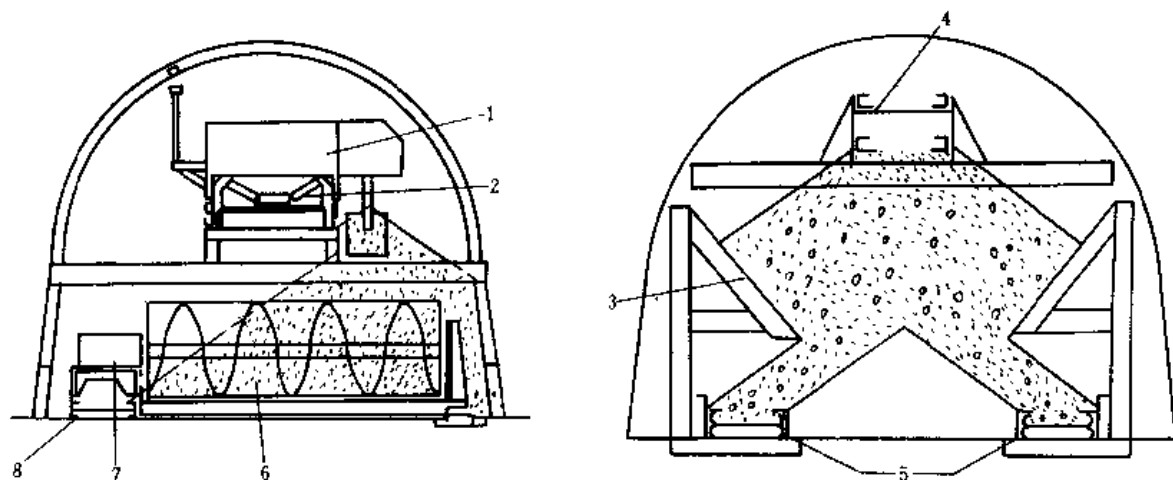


图3 水平巷道式煤仓运行原理图

1—煤犁；2—输入带式输送机；3—防止超载的侧边机构；4—输入刮板输送机；5—两台刮板输出输送机；6—螺旋输送机；7—直立槽式截煤机；8—输出刮板输送机

仓内的贮煤经底部输送机送入输出输送机。

移动车箱式煤仓 由沿轨道移动的箱体列车、牵引和卸煤设备组成。箱体列车由约3m长、25节无底矿车车箱组成。车箱之间紧密连接，车箱底部有漏煤槽，下面铺设封底输送带作为车箱底板。箱体列车由绞车牵引移动，车箱下的轨道为直线轨道。其容量一般为350t，最大可达1000t。运行原理见上页图2。当输出和输入输送机同时工作时，输入的煤经漏斗直接装到输出输送机上，箱体列车不动；当输入能力大于输出能力或输出输送机停止工作时，箱体列车移动，将多余的煤贮入煤仓；当输入能力小于输出能力或输入输送机停止工作时，箱体列车反向移动，把所贮的煤卸到输出输送机上。

水平巷道式煤仓 利用旧巷道或新掘巷道安装内输入带式输送机、卸煤犁、内输出刮板输送机、螺旋装煤机等设备组成。输入输送机在巷道顶部可充分利用巷道空间存贮煤；输出输送机在巷道底部由专门的螺旋装煤机给煤。输入输送机可以是带式输送机，并配有卸煤犁板小车，沿巷道长度方向依次卸料，也可以是中部槽底板带孔的刮板输送机，物料沿孔依次卸下，达到沿巷道长度方向贮煤目的。该煤仓的容量为200~1400t。运行原理见图3。当输出输送机开动时，输入输送机的煤送进溢流漏斗，直接经振动式喂煤机放到输出输送机上，煤仓内输入及内输出输送机均不运行；当输出机停止或输入机能力大于输出能力时，溢流漏斗内的煤位上升，多余的煤自动进入溢流斜槽，计量带式机、内输入机和卸煤犁一起开动，把煤贮入煤仓。当输入机停止或输出能力大于输入能力时，溢流漏斗内

的煤位下降，到达最低位时，内输出机和装煤机一起开动，将煤仓贮煤经溢流漏斗送到输送机上。

水平静力式煤仓 由沿巷道固定静止箱体结构仓、输入和输出带式输送机、卸料小车等设备组成。它由多节无底固定静止箱体组成间隔煤仓，箱体之间紧密连接，箱体内设分流器，使煤堆积成自然拱而不垮落。箱体底部有两条槽，供下卸煤犁移动耙落贮煤，箱体上部有输入带式输送机及上卸煤犁，卸煤犁由液压绞车牵引。这种煤仓结构简单，移动件少，装机功率小，维护费用低。箱体仓为拼装式，拆装搬运方便，自动化程度高。其最大容量可达1500t。运行原理见图4。当

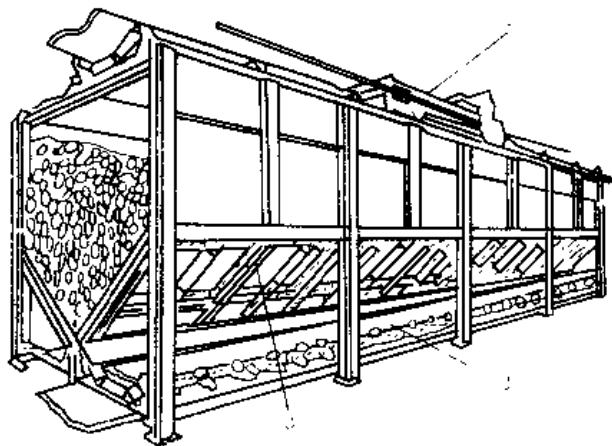


图4 水平静力式煤仓运行原理图

1—输入带式机上的煤犁；2—输出带式机；
3—液力开启通道



输出和输入输送机同时工作时,输入的煤经漏斗直接送到输出输送机上;当输入能力大于输出能力或输出输送机停止工作时,上卸煤犁工作,将多余的煤贮入煤仓;当输入能力小于输出能力或输入机停止工作时,则静止箱体仓底下卸煤犁动作,把所贮的煤卸到输出输送机上。

简史 煤矿历来采用硐室式煤仓,其开拓量大、运行中容易堵塞、安全性低、煤块破碎率高,入口与出口

间要求较大落差。随着采煤机械化自动化程度提高,煤仓容量不断增大,这种缺陷更为明显。20世纪60年代以来,活动煤仓先后在英国、德国和前苏联煤矿井下采用。煤仓容量一般为100~500t,最大的可达7000t以上。

参考书目

刘志河,靳钟铭编译,《英国井下煤仓简介》。

(袁企棠)

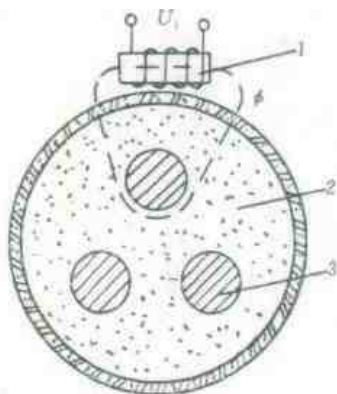
J

ji dian she bei kai ting jian ce zhuan g zhi

机电设备开停检测装置 (on/off detector for electromechanical equipment)

在煤矿生产监控系统中,用来检测煤矿主要机电设备运转与否的传感器、信号转换器及其供电电源的总称。为适应煤矿安全的需要,供电电源采用隔爆兼本质安全型电源,而传感器一般不与被测设备有直接的电气连接,且为本质安全型设备。

检测装置是采用测定设备馈线电缆周围磁场的方法,来测定设备的供电状况。用传感器卡固在设备馈电电缆外皮上,贴近电缆中一相芯线。当设备运转时,负荷电流通过电缆,周围产生交变磁场 ϕ ,传感器即感生信号 U_1 ,也即检测到设备处于“开”态。反之,当设备关断电源,没有负荷电流,传感器不感生信号,设备即处于“停”态。检测装置把传感器感生的信号,经判断处理后,以“开”、“停”信号传给监测系统分站,再通过系统传至地面主机,经计算机数据处理,反映出全矿主要机电设备的运行状况,统计各种机电设备的运转时间及班利用率,工作原理如下图所示。



机电设备开停检测装置工作原理图

1—传感器; 2—馈电电缆; 3—三相芯线

主要技术指标

本质安全电源

DC 8~27V

传感器电流

10~20mA

被测设备负荷电流

$\geq 10A$ 交流

(王道孔)

jixie gonglü fengbi jiazai zhuan g zhi

机械功率封闭加载装置 (mechanical power closed circuit loading equipment)

在被试设备和试验装置之间形成封闭的机械功率流系统,外加功率损耗补偿,使系统能连续进行加载的试验装置。这种装置具有节约能源的优点。

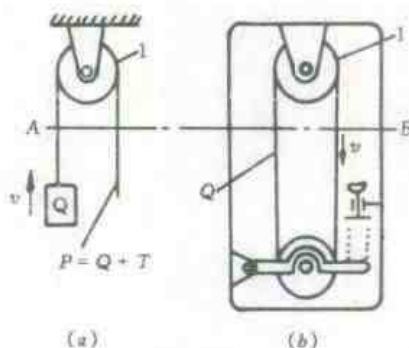


图1 封闭功率流原理图

工作原理 如图1所示,在一个定滑轮机构中,要使重物 Q 以匀速上升,必须在滑轮右边的绳子上加上克服重物 Q 和摩擦阻力 T 的力 P , $P=Q+T$ (图1a)。右边绳上所加外力后其功率是 $P \cdot v = V(Q+T)$,它完全由外力产生,功率流不封闭。若使用手轮和弹簧装置把左边绳上的拉力调节到等于 Q ,在右边绳上只需加一个克服摩擦的力,即可使左边绳以匀速上升。克服摩擦阻力所需的功率 $N=Tv$ 。平衡内力的功率 $N_1=Qv$,又称“封闭功率”,它是在一个封闭系统中沿封闭回路传递的能量。机械功率封闭加载装置就是利用上述原理对齿轮副进行加载试验。封闭功率流向是主动向被动方向传递,这是机械功率封闭加载装置中判别哪对齿轮是试验齿轮,哪对是陪试齿轮的重要条件。此



外,机械功率封闭加载装置的加载力矩和齿轮的转动方向都影响着齿轮是主动轮还是被动轮、齿的工作面在哪一侧、齿轮的受力方向、效率数值等。

基本结构 机械功率封闭加载装置由电动机、传

动齿轮箱、传动齿轮副、试验齿轮箱、被试齿轮副、扭力杆及加载器等零部件组成(图2)。其中加载器是系统中重要部件,直接影响封闭功率的大小、载荷的准确度、稳定性和加载的方便程度。

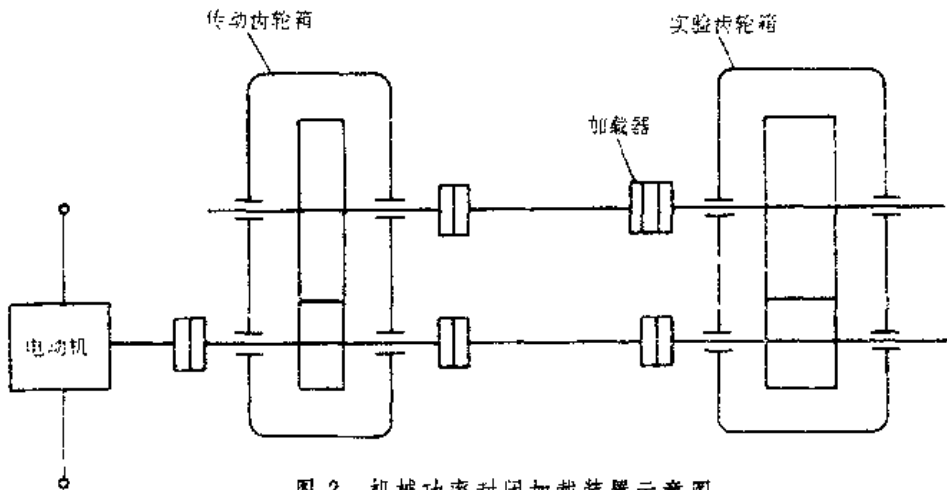


图2 机械功率封闭加载装置示意图

20世纪初叶,随着齿轮试验水平的不断提高和发展,加载器也不断发展和完善,到目前为止,加载器已发展到几十种。常用的加载器有:杠杆式加载器、蜗轮机构加载器、摩擦加载器、气动加载器、液压加载器、斜齿轮加载器等等。

应用 机械功率封闭加载装置主要用于一对齿轮副的试验。进行简单改装后,可以对一对齿轮副以上的齿轮箱及行星传动装置进行试验。

(沈斌忠)

jixie poyan yuanli

机械破岩原理 (principle of rock breaking by tools) 又称煤、岩破碎理论。研究机械破落岩石和煤过程中,刀具与岩、煤体相互作用的有关能量转化、破碎机理和受力分析等问题的一门学科。

人类利用工具破落煤和岩石的历史已很久远,19世纪中叶以后逐渐形成研究煤、岩破碎过程的学科。近二三十年来,这门学科有了很大的发展,对设计、制造和使用各种采掘机械起着理论指导作用。

主要研究领域

煤岩破碎过程的能量转化 黎金格(Rittinger, R.)1867年提出的新表面理论,盖克(Kick, G.)1885年提出的相似理论和邦德(Bond, F. C.)1952年提出的第三破碎理论,是具有代表性的三种能量转化理论。新表面理论(又称面积假设)认为,煤岩破碎消耗

的能量正比于煤岩在破碎过程中新增加的表面积。脆性物料的细磨过程可以验证这一理论。中国矿业界普遍采用的坚硬度,就是以新表面理论为基础进行测定的。相似理论(又称体积假设)认为,物料被破碎成几何形状相似的小块时,破碎过程消耗的能量正比于所破碎物料的体积。通常按破碎产生的粒度,把破碎过程分为粗碎(粒度100~300mm),中碎(30~100mm)和细碎(3~25mm)。弹性和脆性物料的粗碎和中碎过程,比较符合这一体积假设。第三破碎理论(又称裂隙假说)认为,破碎过程消耗的能量正比于物料受挤压变形所产生的裂隙,反比于物料破碎块度的平方根。破碎单位体积物料所消耗的能量,称为比能耗。它是表征破碎过程能量消耗的主要指标,常用来比较不同破碎方法的能耗水平,以及计算机器需要装备的功率。

煤、岩的力学指标 煤、岩是非均质、非连续和各向异性的脆性物料,赋存地下的煤、岩体内部还受地应力的作用。在此条件下,煤、岩体的抗拉强度、抗压强度或抗剪强度都很难准确测定,且这些力学指标也不能表征破落过程中的脆裂、压张等现象。采矿工程中常用的煤、岩力学指标有:①坚硬度。是中国进行煤层分类和岩石分级所依据的主要指标,用 f 表示。测量方法是用规定尺寸和重量的捣锤,从规定的高度作自由落体运动,捣碎规定块度或重量的试样,按规定筛出粉末,用规定尺寸的量筒量出粉末量(正比于试样破碎新增加的表面积)。坚硬度就正比于捣击次数对粉末量的

比值。中国通常采用： $f < 1.5$ 为软煤， $f = 1.5 \sim 3.0$ 为中硬煤， $f > 3.0$ 为硬煤；软岩 $f < 4$ ，中硬岩 $f = 4 \sim 8$ ，硬岩 $f > 8$ ，最硬的岩石 f 可达 20 以上。这个指标表示破落煤或岩石的相对难易程度。英国采用的冲击强度指数，美国采用的岩石强度系数和日本采用的可碎性指标等，均与坚硬度的概念相同，测法相似。②截割阻抗。是用专门装置的标准截齿对煤壁进行弧形截割而测定的，以单位截割深度所对应的截割阻力 (N/mm) 来表示。由于是在现场测试，排除了采集试样对测定结果的影响，可较准确地反映煤层的力学特性。又由于弧形截割是大多数采掘机械采用的破碎方式，以实验系数来考虑截齿配置参数、截齿刀头形状、煤层脆塑性、工作面暴露程度和煤层压张等因素的影响，即可计算截齿和截割机构的受力。截割阻抗是煤层分级和采掘机械截割机构载荷计算的重要指标。③可刨性。是用专门装置在现场刨削煤壁而测定的，用规定刨削深度所对应的刨削阻力表示，是刨煤机选型和设计中表示煤层力学特性的主要指标。④可钻性。是以标准钻具的钻进速度和钻头消耗量为依据，表示岩层钻进的相对难易程度。它综合地反映了地质因素和工艺技术因素，是探矿和采矿工程选定钻进方法、拟定钻进规程和确定生产定额的基础。可钻性指标可用现场钻进资料确定，也可用模拟实验台的钻进资料确定。⑤抗压强度。某些国家用作矿岩的主要力学指标。岩石和煤相比，较容易制作成规定形状和尺寸的试样，与拉伸和剪切试验相比，岩石的挤压试验比较容易实现。⑥磨蚀性。煤或岩石磨损金属材料或硬质合金的能力。目前尚未形成磨蚀性的统一定义和测定方法。

煤、岩破碎过程的机理 研究煤、岩机械破碎过程的微观现象，揭示刀具与煤、岩体相互作用的规律和刀具载荷的性质，一般按切削、冲击、滚压和研磨四个方面进行研究，其中研磨法在煤矿采掘机械中极少采用。密实核理论和裂纹扩展理论是流行的煤、岩破碎机理学说。通过特殊的实验和高速摄影可观察密实核和裂纹的发育和变化情况（见切削破岩）。

破落机械的结构和参数对破落过程的影响 主要研究：破落机构的结构和参数对载荷、比能耗、破碎块度分布规律、粉尘生成率、刀具使用寿命以及运转平稳性等的影响。现已能根据给定的工作条件和破落机构的结构参数估算这些影响，并可据以进行优化设计。

破落方式 机械破落煤、岩有挤压、冲击、弯折、劈裂和研磨等多种方法。在具体的破落过程中，往往是多种破落方法共同起作用，这取决于所采用的破落器具。为了提高破落效果，还可采用高频电磁波、超声波、

热力和水射流等辅助手段。自 20 世纪 50 年代后期起，一些国家相继开展高压水射流辅助破落煤、岩的研究，并曾在全断面掘进机、悬臂式掘进机、刨煤机和凿岩机上进行过试验。存在的主要问题是：比能耗较高，经济性较差；高压水射流发生装置、回转接头和管道等制造技术要求高，使用寿命短。

研究方法

现场试验法 可得到最接近实际的数据，一般只能测量最基本的项目，如功率等。

模拟试验法 在实验室内用试验台按相似理论的要求进行试验和处理试验结果，费用较少，并可深入有效地进行研究。但是，需要较高的试验技术，才能保证试验过程与实际破落过程达到完美的相似。

“纯”化试验法 把煤、岩的力学特性单纯化的试验方法，主要用于研究煤、岩破碎过程的机理，如用光弹试验方法观察密实核或裂纹的形成和发展，研究应力波的传播等。

试验是研究煤、岩机械破落过程的主要手段。采用正交设计优化试验方案，用统计相关分析处理试验结果，比较适合离散性较强的煤、岩破落过程的研究。用力学原理分析煤、岩破落过程，可以定性判断载荷的性质和破落的结果。但因煤、岩材料常数的离散度很大，不符合弹性条件，而刀具施加于煤、岩体的载荷是局部的动态载荷，所以，它不能定量说明问题。

参考书目

1. 徐小荷，余静，《岩石破碎学》，煤炭工业出版社，1984。
2. Ю. И. Прохоров Теоретические Основы Механики скального Разрушения Горных Пород, Москва, “НЕДРА”, 1985.

(陶驰东)

jidou

箕斗 (skip) 矿井中用于装载煤炭或矸石的提升容器。按提升物料的不同分为提煤箕斗和矸石箕斗两类。提煤箕斗主要用在年产量 30 万 t 以上的煤矿，按提升方式不同又分为立井箕斗和斜井箕斗。矸石箕斗主要用在煤矿的排矸系统中。对箕斗要求：结构轻而坚固、有足够刚度、装卸载快、闸门工作可靠。

立井箕斗 立井提升煤炭的专用容器。煤炭在井下通过装载设备装入箕斗，提升到井上卸载位置后由闸门开闭装置打开箕斗闸门，将煤卸入受煤仓，卸完后箕斗闸门关闭离开卸载位置，下放到井底再行装煤。立井箕斗按配合使用的提升机不同可分为立井单绳箕斗和立井多绳箕斗，按在立井井筒中运行导向的罐道不同又分为绳罐道箕斗和刚性罐道箕斗，按箕斗装煤口和卸煤口是否在同一侧还分为同侧装卸载箕斗和异侧

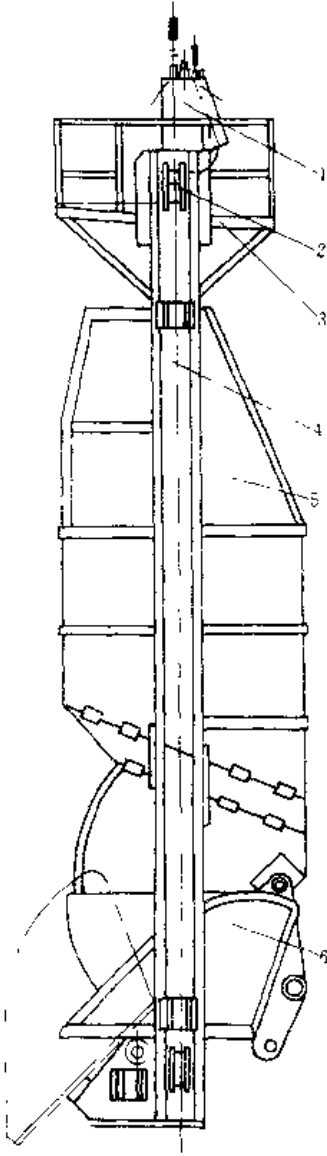


图 1 立井单绳箕斗

1—悬挂装置；2—导向装置；3—顶棚；
4—框架；5—斗箱；6—闸门

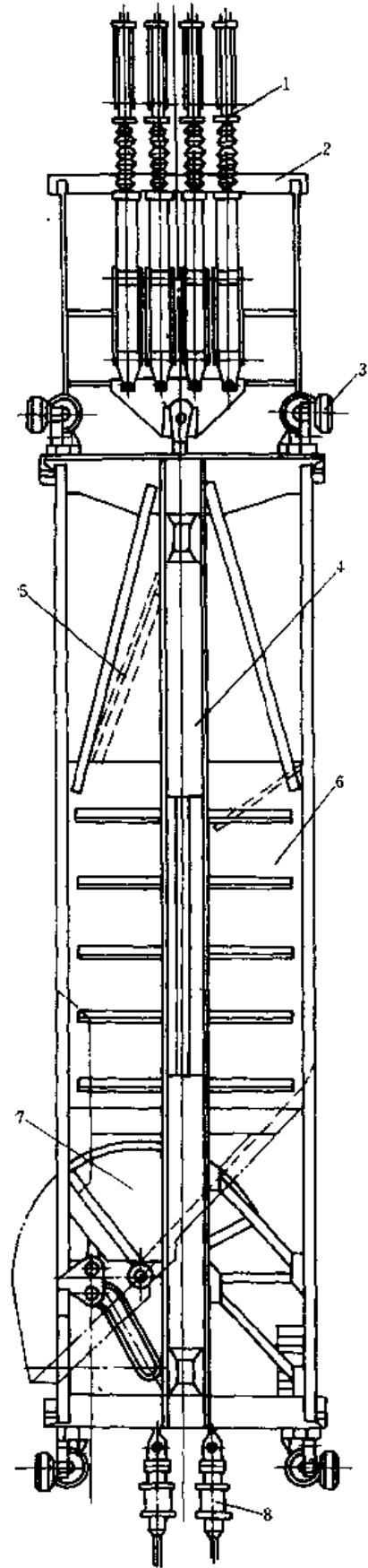


图 2 立井多绳箕斗

1—首绳悬挂装置；2—安全棚；3—导向装置；4—框架；
5—活动盖板；6—斗箱；7—闸门；8—尾绳悬挂装置

装卸箕斗。根据以上划分可以组合成多种形式的箕斗满足不同矿井提升的需要。

立井单绳箕斗 多用于中小型矿井和浅井(上页图1)。中国煤矿使用的立井单绳提煤箕斗按名义载重量定型,有3、4、6、8t四种。主要由框架、斗箱、闸门、悬挂装置、导向装置和顶棚等组成。框架是箕斗结构的主体,用型钢及钢板制造。斗箱用于装载煤炭,用钢板制造,斗箱上部为装煤口,装煤口下设有可调节的溜煤板,以调整斗箱内落煤点的位置。斗箱的下部为卸煤口,考虑煤炭装卸对底板的冲击和磨损,在底板上装有附加衬板。闸门是控制箕斗卸载的重要部件,要求动作可靠,卸载快。单绳箕斗的闸门主要有曲轨连杆下开闸门和侧底卸扇形闸门两种结构形式。曲轨连杆下开闸门处于正常关闭状态时,连杆中心线与垂直位置成一夹角形成自锁。当箕斗上提接近卸载位置时,闸门上卸载滚轮进入卸载曲轨,在曲轨作用下打开闸门。煤卸完后,箕斗下放,卸载滚轮沿卸载曲轨退出,将闸门关闭并达到闭锁位置。这种型式闸门机构简单、打开闸门省力、对井架作用力小、卸载曲轨短,但有时由于卸煤不净造成闭锁装置失灵,闸门可能在提升过程中自行打开,造成事故。侧底卸扇形闸门的开启是靠箕斗上提接近卸载位置时,滚轮进入卸载曲轨,通过连杆操纵扇形闸门打开,同时将簸箕底板伸出卸载。卸完后箕斗下放,滚轮逐渐退出曲轨,扇形闸门靠自重落下带动簸箕底板返回。这种型式闸门投资少,便于维护,曾普遍使用于中国煤矿,但打开闸门时井架受力较大,卸载撒煤较多,现在新井建设中已很少使用。它在斗箱上口部位的框架上焊有活动盖板(见上页图2),盖板一端用销轴与斗箱口的侧板铰接,一般活动盖板呈倾斜位置,在装煤时起挡煤作用,必要时可将活动盖板放下封住斗箱上口,用以升降人员、材料和设备。顶棚是用型钢和钢板焊接的结构,安装于框架顶盖上,起防止淋水和安全保护作用,以便维修人员站在顶盖上进行调绳和检查罐道。

立井多绳箕斗 多用于大型矿井和深井(上页图2)。中国煤矿普遍使用的多绳箕斗按名义载重量定型有4、6、9、12、16t五种,最大为32.5t。国外最大达50t。多绳提煤箕斗的结构只是悬挂装置和闸门机构与单绳箕斗稍有不同,多绳提煤箕斗的闸门结构分为卸载曲轨开启和外动力开启两种。大型多绳箕斗多采用外动力开闭闸门,较安全可靠,对井架的动载荷小,箕斗提升可实现三阶段速度图运行,缩短提升时间,便于提升自动化。但卸载系统机构较复杂,维修工作量大。外动力开闭的闸门结构形式主要有垂直平板闸门、四连杆式底扇形闸门和外滚轮式底扇形闸门。外滚轮底

扇形闸门结构简单,重量轻,维修工作量小,运行安全可靠,在国内外大型箕斗上应用较广。

斜井箕斗 斜井提升煤炭的专用容器。通常用于井筒倾斜角为 $20^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 的斜井。按卸载方式可分为前卸式箕斗和后卸式箕斗两种。

前卸式箕斗 箕斗提升至卸载位置,依靠曲轨将斗箱后部抬起,斗箱前倾,煤炭从前部开口处卸出,应用较少。

后卸式箕斗 斗箱在后部开口,用扇形闸门封闭,斗箱与底架固定。卸载时,前轮进入宽轨距直轨,后轮进入窄轨距曲轨,扇形闸门被附加曲轨托住,斗箱随后轮下沉向后倾斜与水平面成 $50^{\circ}\sim 55^{\circ}$ 并脱离扇形闸门卸载。后卸式箕斗结构和卸载装置比较简单,稳定性好,但运行中闸门缝隙处有漏煤现象。中国煤矿斜井提升多采用后卸式箕斗,按名义载重量有3、4、6、8t四种规格。

矸石箕斗 用于装载矸石的提升容器。有地面矸石山矸石箕斗、立井矸石箕斗和斜井矸石箕斗3种型式。地面矸石山矸石箕斗用于矸石山上排矸,与矸石仓下装载设备和矸石山上的卸矸架配套使用。矸石箕斗在矸石仓下装载矸石后,由提升机牵引箕斗沿轨道将矸石运到山顶,经卸矸架使箕斗翻转将矸石卸在矸石山的正前方。箕斗结构型式与前卸式斜井箕斗相似,运转较可靠,在中国煤矿已定型使用,有 1.5m^3 和 2.5m^3 两种。立井矸石箕斗一般为斗箱翻转式结构,使用中存在问题较多,现在基本不用。斜井矸石箕斗与斜井提煤箕斗结构相同。随着煤矿生产技术的发展,立井矸石箕斗和斜井矸石箕斗已被淘汰,用立井罐笼提升或斜井矿车提升代替。

(奚正模)

jidou xiezai shebei

箕斗卸载设备 (skip discharge device) 又称箕斗闸门开闭装置。在卸载位置打开箕斗闸门卸煤的设备。与箕斗闸门结构形式配套,通常有卸载曲轨和外动力开闭两种(见下页图a)。

卸载曲轨 依靠曲轨打开箕斗闸门卸煤的装置。曲轨形状按箕斗闸门逐渐打开时的闸门滚轮运行(或斗箱倾斜)轨迹设置,随闸门结构与滚轮位置不同,曲轨形状不同。曲轨安装于井塔(井架)内套架上。箕斗上提运行进入曲轨前,有一段慢速运行的爬行段,当提升至卸载位置时,箕斗闸门两侧滚轮相应进入曲轨。滚轮沿曲轨继续上提的过程即箕斗闸门逐渐打开的过程。待闸门全部打开,箕斗即停止运行,此时闸门最外点已进入井口受煤仓受料范围内,煤流沿溜煤板卸入



受煤仓。卸煤完毕,箕斗下放,滚轮沿曲轨反向运行,闸门关闭。此种曲轨卸载对井架有冲击,一般适用于12t以下的中小型箕斗。

斜井提煤箕斗和地面研石箕斗卸载曲轨安装于卸载架上,使箕斗斗箱倾斜或翻转卸载,对于后卸式斜井箕斗为开启斗箱闸门卸载。

外动力开闭装置 依靠气(液)动控制机构打开箕斗闸门卸煤的装置。包括箕斗闸门开闭装置和舌板承接装置两部分(下页图b)。

闸门开闭装置 与箕斗闸门结构形式相应设置。开闭方式主要有上提抓捕式和水平推移式两种。

(1) 上提抓捕式 适用于垂直平板闸门箕斗或侧卸扇形闸门箕斗,由垂直气(液)缸、捕爪、导轨及阀类管件等组成。箕斗到达卸煤位置停稳后,捕爪沿导轨上行开启闸门卸煤,卸煤完毕,放下捕爪退入导轨下部曲线段,闸门关闭,箕斗下行。

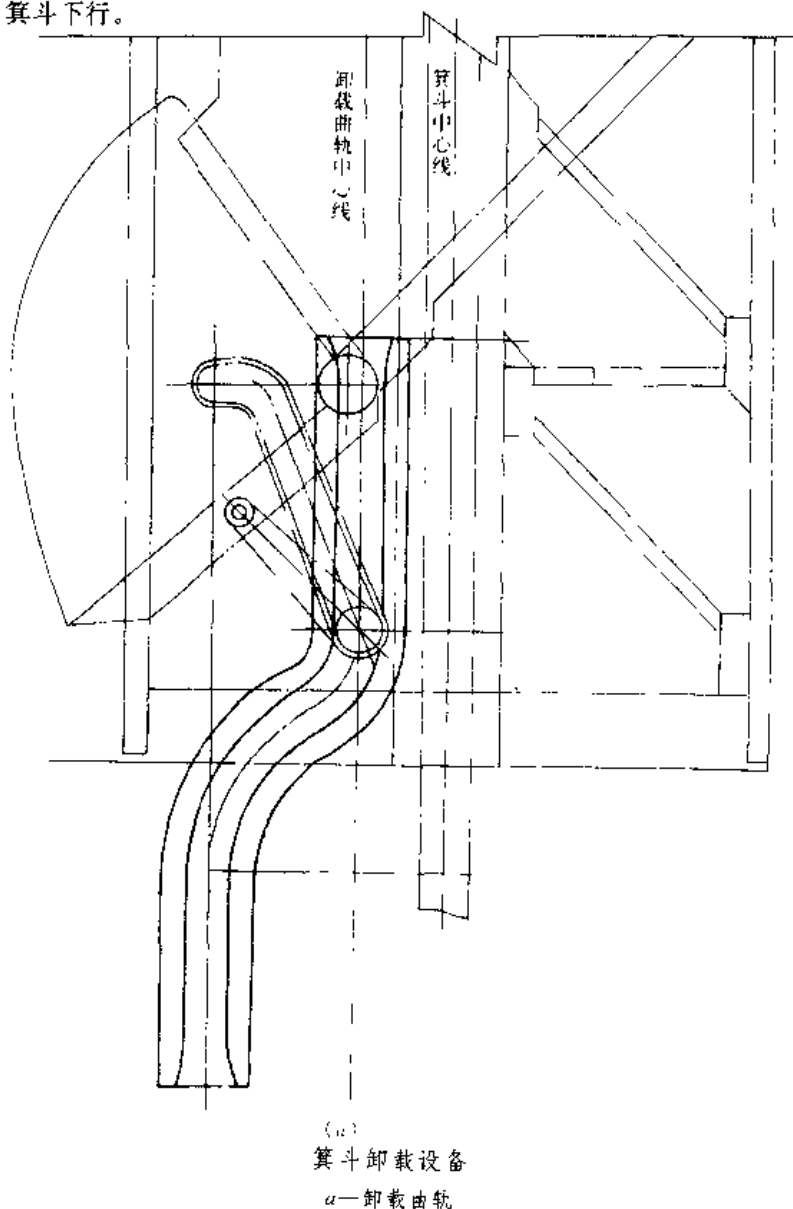
(2) 水平推移式 适用于底卸扇形闸门类型箕斗,由水平气(液)缸、导轨滑板和滑板行走轮等组成。箕斗到达卸载位置时其闸门滚轮进入滑板导轨,箕斗停稳后,气(液)缸动作带动滑板导轨移动,打开闸门,卸煤完毕,反向动作关闭闸门,箕斗下行。

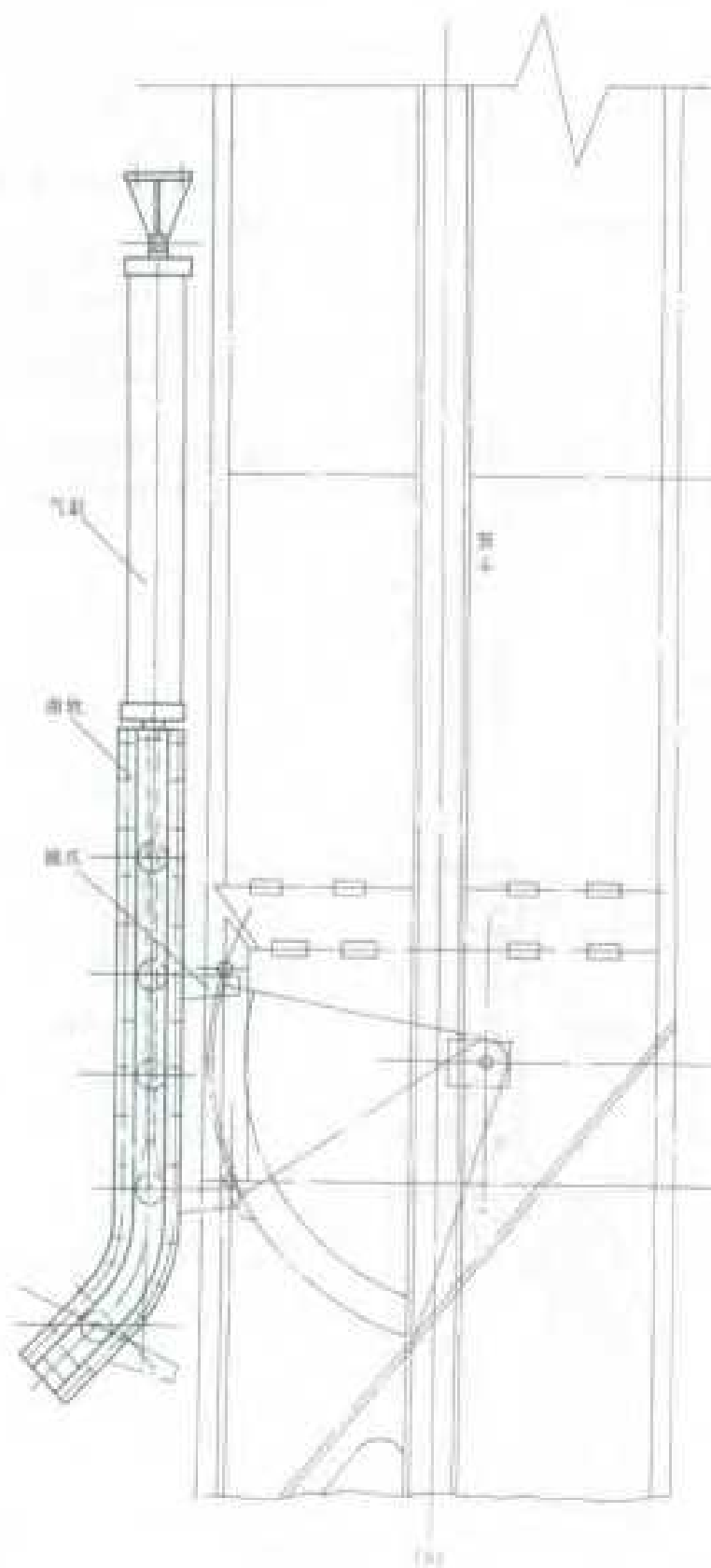
采用外动力开闭装置时,箕斗提升运行可不经爬行段而直接减速停车。

舌板承接装置 舌板为井口受煤仓与箕斗卸载口之间设置的活动的溜煤板,以承接撒煤之用。由气(液)缸、承接板、支座和阀类管件等组成,为外动力操作,安装于受煤仓上。承接板有倾斜滑动、水平移动和旋转等多种方式。

闸门开闭及舌板承接可单体动作,也可包含在装卸载控制系统内,实现自动化运行。

(王荣相)



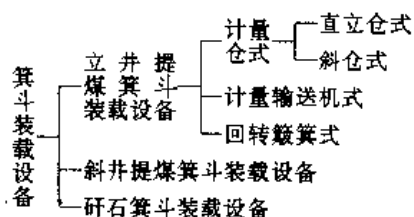


箕斗卸取设备
 十一件动力开闭装置



jidou zhuangzai shebei

箕斗装载设备 (skip loading device) 从井下煤仓向箕斗装载原煤的中间贮装与计量设备。对箕斗装载设备的要求是定量、定时、准确、快速地装载；体积小并适应井下煤尘、水分较大的特点。按照提升方式和装载设备结构分类如下：



立井提煤箕斗装载设备 用于立井箕斗提煤，分计量仓式、计量输送机式和回转簸箕式（见图）。

计量仓式 用一个有计量控制的小仓（定量斗）定量地向箕斗斗箱内装煤（图a）。此装载设备与立井提煤箕斗配套，又可分为直立仓式和斜仓式两种。

(1) **直立仓式** 直立仓底设有测重装置，预先按箕斗吨位向斗体内定量装煤的设备。它由悬吊支承板、定量斗箱、扇形闸门、溜槽支架及测重装置等部分组成。其闸门动作可与井底煤仓下给煤机、装载输送机配合，再和测重装置连锁，实现装载程序控制。这种装置计量准确，自动化程度高，现已被广泛采用。中国目前与箕斗定型配套，最大容量达25t。直立仓式装载设备主要特点有：①预先计量，可消除箕斗装载的超载现象，减少了箕斗装载时的撒煤；②箕斗悬吊装载可使提升机起动时提升钢丝绳不受冲击，延长钢丝绳的寿命；③采用外动力开启闸门，使装载设备不易产生误动作，安全可靠，也为提升系统自动化创造了条件。

(2) **斜仓式** 通常是采用矿车卸煤计数或给煤装置计时及煤位信号进行容积计量。它由斜漏斗、接长溜槽、闸门和支撑架等部件组成。由于容积计量误差较大，机械化程度较低，近年来已开始在斜仓下多点设置测重件叠加计量以提高计量的精确度及自动化程度。

计量输送机式 不需开凿较大的硐室，适应于大型矿井大吨位提煤箕斗的装载（见下页图b）。计量输送机式装载设备有带式输送机和板式输送机两种，基本结构为机头（包括驱动）机尾和中间段体，中间段是秤体，由支承架和底梁构成双门型支架，悬浮地安装在测重装置上。输送机以慢速运行载煤达到所需装煤吨位时停机，将煤暂存在输送机上。当箕斗到达装载位置后，开启输送机以0.9~1.2m/s快速将煤送入箕斗。输送机为双速驱动，慢速贮煤，快速卸煤，自动计量控制。

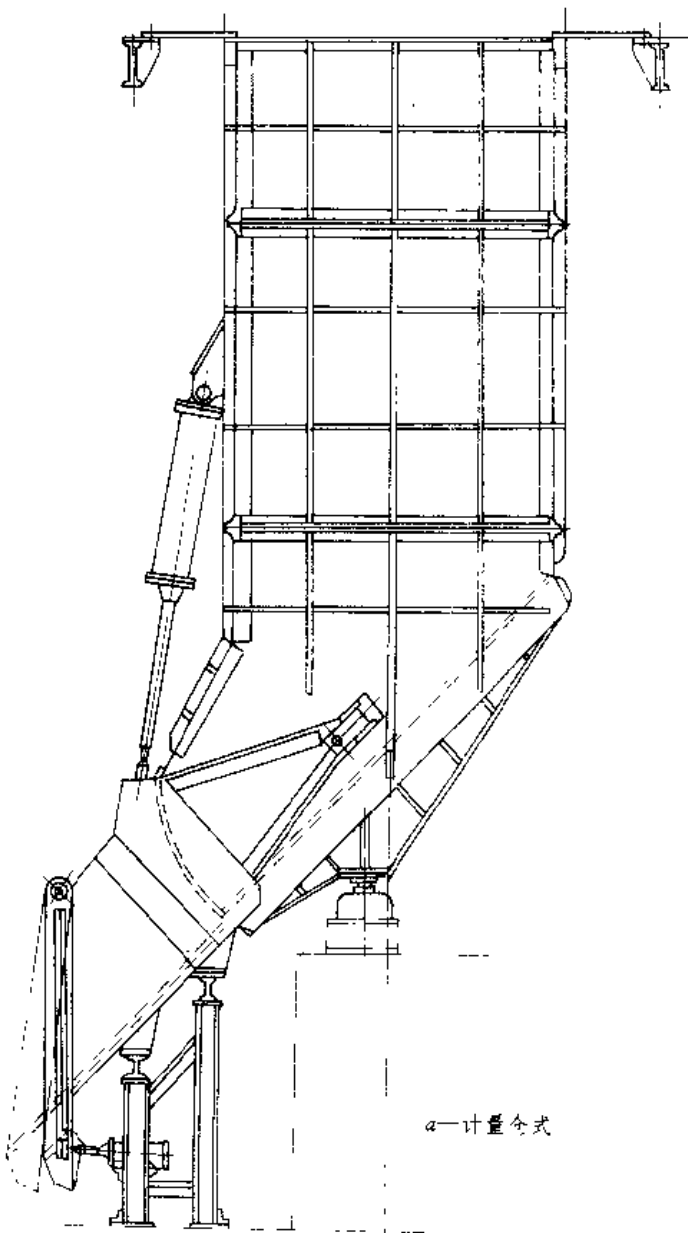
回转簸箕式（见下页图c）多用于50~60年代兴

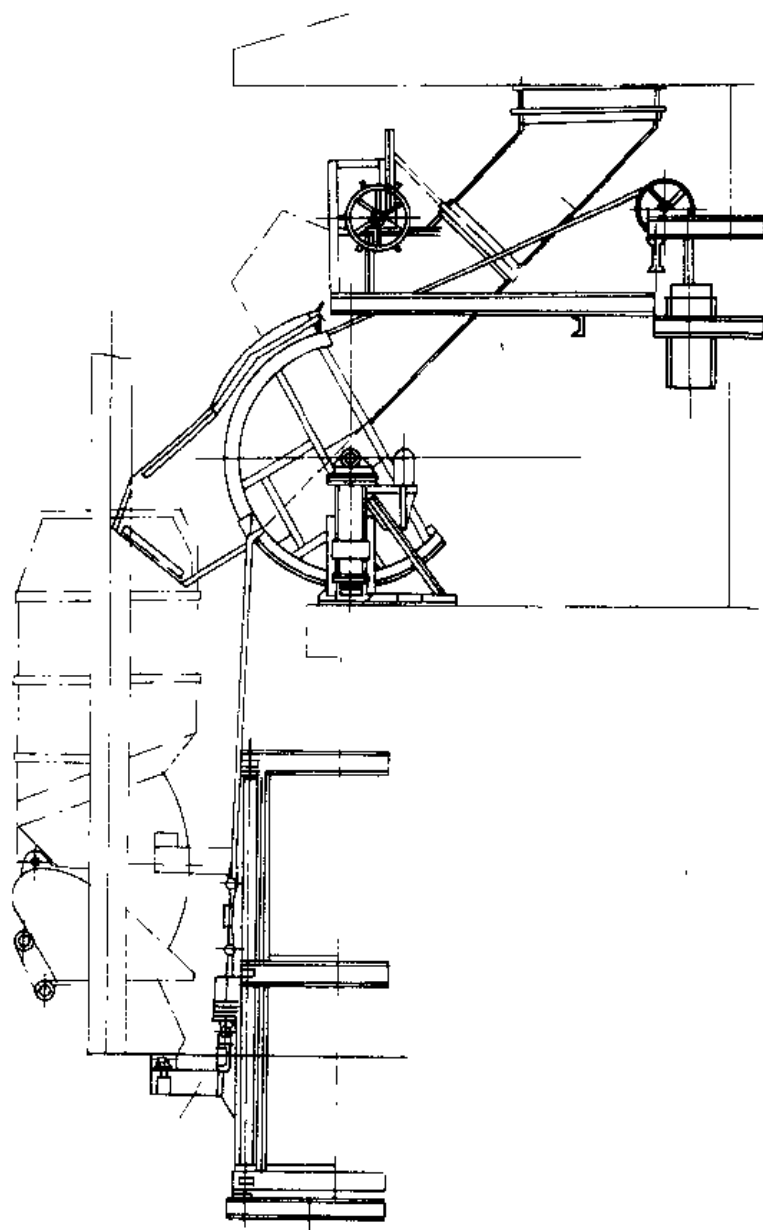
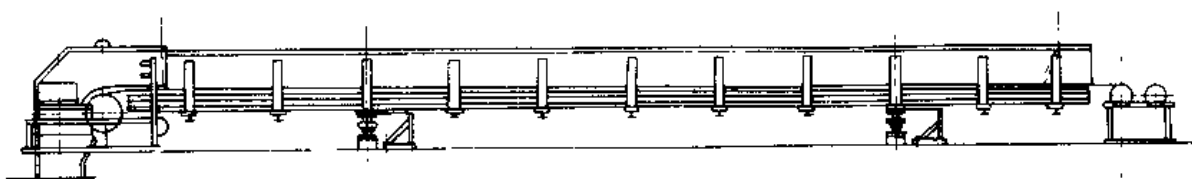
建的煤矿单绳缠绕式提升机提升系统中，因撞击大、计量性能差，回转簸箕带煤关闭时撒煤量多，故应用渐少，已被计量仓式装载设备所代替。

斜井箕斗装载设备 与斜井箕斗配套，可分手动下开式扇形闸门和箕斗自行控制下开式扇形闸门两种。前者仅用于建井期间小型斜井箕斗提升；后者是借助箕斗下放时的自重打开闸门，最大装载量为8t。

研石箕斗装载设备 主要用于地面排矸系统，其基本结构与斜井箕斗装载设备相同，靠研石箕斗自重下打开扇形闸门装载。为减小对研石箕斗的冲击，增设了吊锤门帘以作缓冲之用。目前中国使用定型的地面研石箕斗有1.5m³和2.5m³两种。

斜井箕斗和研石箕斗装载设备的计量多采用体积计量或装运时矿车的车数计量。





()

立井箕斗装载设备
b—计量运输机式, c—回转簸箕式

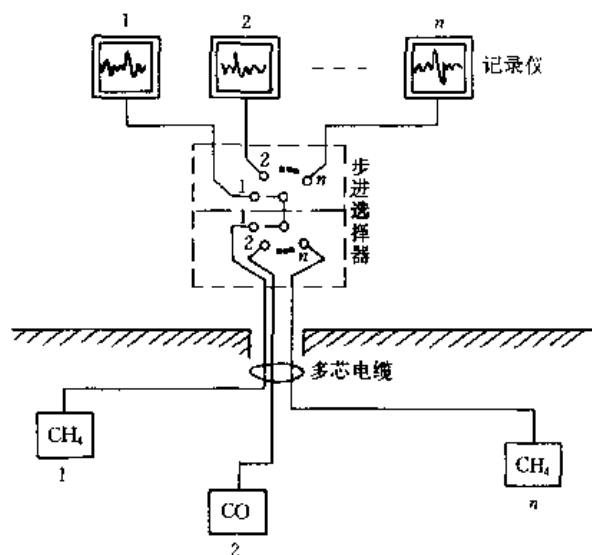
(王荣相)



jizhong jiance zhuangzhi

集中检测装置 (centralized detecting device)

机电设备的工作参数、运行及故障情况或井下环境参数通过传感器变换为电信号后直接送到集中控制室, 进行集中显示的装置。这是煤矿监测系统的早期产品。



空分制系统示意图

主要特点 ①测点少, 只能满足对局部环节或小规模的检测。②信号的传输方式简单, 一般采用空分制或简单的频分制。③没有完善的数据处理功能, 而是简单地通过灯光或指针式的仪表进行显示。对于被测量的变化趋势, 也只是用笔式记录仪来进行记录。

空分制传输系统即在空间上以电缆芯线位置划分的多路传输系统。它由步进选择器、记录仪及传感器等组成(见上图)。在发送端和接收端各设一个步进选择器, 这两个步进选择器同步旋转, 则可将每个测点的信号送到相应的记录仪或显示仪表上。最初选用的步进选择器是机械式的, 后来发展成由晶体管组成的电子开关。

简史 这种系统最早应用于法国的煤矿, 型号为 CTT63-40, 它主要用于监测井下的瓦斯、风速、一氧化碳、温度等环境参数, 最大监测容量为 40 个测点, 巡检周期为 4min, 地面由每个测点对应的笔式记录仪自动记录曲线, 被测参数超限时可自动报警。70 年代中

期, 波兰从法国引进这一技术, 并改进为可测 128 个测点的 CMC-1 系统和可测 20 个测点的 CMC-20 系统。80 年代以来, 中国煤矿都先后引进过这些系统。

(陈 林)

jiaxianshi dianjiche

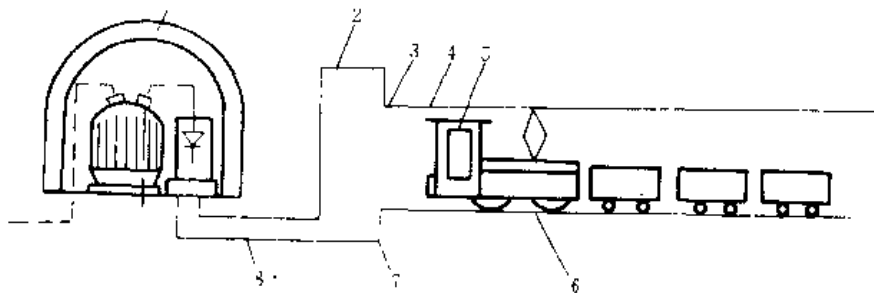
架线式电机车 (trolley locomotive)

通过机车的受电器从架空线获取电能的机车。用于长距离水平运输巷道中牵引串车, 运输煤、矸石、人员、材料和设备等。它运输能力大、费用低、设备简单、制造成本低, 是煤矿运输中广泛使用的运输牵引设备。架线式电机车运输需要变流或变压设备、架空线及车库等, 基建投资较大。另外, 由于机车的受电器与架线之间是滑动或滚动接触, 机车运行中因颠簸而瞬间分离时, 会产生电火花, 有引爆瓦斯的危险。因此, 这种机车一般只适用于低瓦斯矿井中有新鲜风流的运输大巷。煤矿井下常用的架线式电机车粘着重量为 1.5~20t, 速度 4.54~13.2km/h, 轮缘牵引力 2.84~41.20kN, 牵引电动机功率 3.5~82×2kW。

分类 根据架线电网供电种类, 架线式电机车可分为交流架线式和直流架线式两种。后者在煤矿中广泛应用。

交流架线式电机车 架线电网供给的是交流电, 由机车上的受电器将交流电引入车载逆变整流设备, 将交流电变为直流电再向其直流牵引电动机供电。这样, 井下可以省去牵引变流所。

直流架线式电机车 架线电网供给的是直流电。井下牵引变流所将来自井上的高压交流电转变为低压直流电后送入架空线网路, 由机车上的受电器引入来自架线的直流电, 通过机车上的控制器向牵引电动机供电, 并经轨道回流到牵引变流所, 构成电流回路(见



直流架线式电机车供电系统示意图

1—牵引变流所; 2—馈电线; 3—馈电点; 4—架空线;
5—电机车; 6—轨道(回流线); 7—回流点; 8—回流线

上页右下图)。

中国直流架线式电机车的粘着重量一般在 1.5~20t 之间。粘重在 3t 以下者主要用于调车, 7t 以上者用于运输。牵引网路的电压一般为 250V、550V 两种。

基本结构 机车由机械和电气设备两部分组成。机械设备包括车架、轮对、轴承箱、弹簧托架、缓冲联接装置、撒砂装置、齿轮传动装置和警铃装置(见电机车)。电气设备包括受电器、牵引电动机、控制器、起动电阻器、自动开关、照明装置、监测仪表(见直流牵引电动机、电机车电气控制、电机车保护装置)。

受电器是连接电机车与架空线网路必不可少的环节。它由接触元件和承载接触元件的装置组成。按接触元件型式分为: 盘式受电器、靴式受电器和滚轮式受电器。按承载接触元件的装置分为: 杆式受电器、弓式受电器和弓架式受电器。每种型式的接触元件均可固定在任意承载装置上。要求接触元件的材料耐磨, 导电性能好, 一般采用碳制嵌件或铝制嵌件。滚轮式受电器与架线主要是滚动接触, 阻力小, 对架线磨损少, 但工作可靠性较差, 容易与架空线脱开。其架空线网路还需设置十字架或辙叉, 以便受电器从一根架空线过渡到另一根架空线上, 此种受电器只在特殊条件下使用。靴式和盘式受电器的接触元件与架空线虽是滑动接触, 磨损较快, 但使用可靠, 且不需要在架空网路上设置十字架和辙叉之类辅助设备, 因而得到广泛应用。

简史与发展趋势 1882 年德国制造出世界上第一台功率为 4.5kW 的架线式电机车以来, 架线式电机车得到了广泛的应用, 现已成为矿井运输的主要运输牵引设备。瑞典已生产出粘重达 45t 的架线式电机车。架线式电机车今后发展的方向是提高机车的吨位、牵引功率和车速, 同时不断完善制动系统和安全监测手段, 提高机车的安全性能和运行可靠性。机车的控制方式从有接点有级调速向无接点平滑无

级调速发展, 从有司机操作的开环控制向闭环自动控制、无人驾驶遥控运行发展, 以提高机车性能, 降低运输成本, 减少维护管理人员。

(杜荣庆)

jiechi

截齿 (pick) 采掘机械用以截割煤(岩)的刀具。它应具备: 足够的强度和耐磨性; 截割比能耗较小; 块煤出率高和生成的粉尘量少; 形状、尺寸及几何参数与开采煤(岩)性质和配用截割滚筒或截割头的结构相适应; 在齿座中能可靠地固定且更换简捷; 制造工艺性好, 成本低的特点。用于滚筒采煤机、连续采煤机和悬臂式掘进机等采掘机械。

基本结构 截齿由齿体和硬质合金头两部分组成。齿体通常由中碳铬镍钼钢、铬钼钢、铬锰硅钢制作, 并经热处理, 具有足够的强度、硬度和冲击韧性。齿体可划分为齿头和齿柄, 齿柄断面有长方形、圆柱形和圆锥形。硬质合金头为碳化钨和钴粉末压制烧结而呈柱

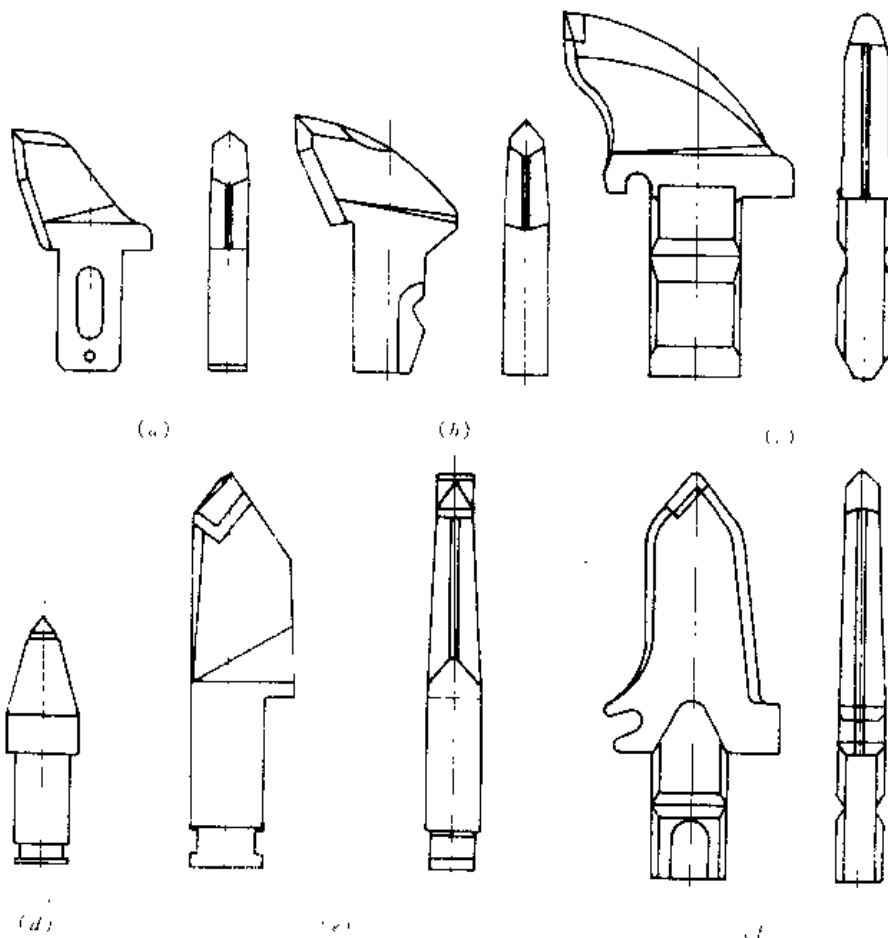


图 1 截齿外形示意图

a、b、c—径向扁截齿; d—自转切向锥形截齿; e、f—非自转切向扁截齿

状、片状或圆柱与圆锥的组合形焊在齿头顶部,其前刃面常用的有平形、楔形(又称屋脊形)和椭圆形,按保证破碎效率和硬质合金头强度来选取。

截齿的形状、尺寸、几何参数和固定方式不尽相同,品种繁多,上页图1为常见截齿的外形。

主要类型 截齿可按其安装方式和齿头几何形状分类。

按截齿安装方式分有径向截齿和切向截齿两种。径向截齿齿体纵轴线基本通过掘进机截割头横截面的中心,或沿采煤机截割滚筒径向安装的截齿。切向截齿以齿体轴线与采煤机截割滚筒或掘进机截割头横截面的圆周切线成锐角 θ 安装的截齿。

按齿头几何形状分有扁形截齿和锥形截齿两种。径向截齿的齿头形状均为扁形,常称径向扁截齿。切向截齿的齿头形状有扁形和锥形两种,其中切向锥形截齿在截割过程中能自转,具有自动磨锐齿尖的效果。切向锥形齿有整体式和组装式两种。一般大型锥形截齿采用组装式,齿头磨损后可以更换,齿柄可多次利用,有利于降低消耗费用和便于运输。

主要技术参数 包括齿头长度(l_1)、齿柄长度(l_2)、齿尖切向伸出长度(l_3)、齿柄断面尺寸($H \times B$ 或 d)、刀刃宽度(刀刃最大宽度 b_{max} 、刀刃结构宽度 b)、刃角(β)和后角(α)等;切向截齿尚有齿尖径向伸出长度(l_4) (图2)。齿头长度是指切削刃尖至支承接面间的轴向距离,它是截齿最主要的技术特征参数,决定截齿最大切削深度。目前径向截齿齿头最大长度为100mm,切向截齿齿头最大长度为160mm。中国

生产的径向扁截齿齿头长度有45、65、75、100mm四种规格,相应齿柄断面尺寸为 28×16 、 36×21 、 40×25 、 50×30 ,刀刃最大宽度为16~25mm,刃角 $75^\circ \sim 80^\circ$,后角 $5^\circ \sim 8^\circ$;切向锥形截齿齿头长度有60、65、75、100mm,齿柄直径有25、30、35mm,刃角 $60^\circ \sim 85^\circ$ 。

发展趋势 随着采掘机械功率加大,牵引速度增高,截齿的结构趋向于大型、重型化;研制新材质和改进制造工艺,以提高其抗冲击、抗疲劳、耐磨、耐高温和降低截割时产生火花等性能。金刚石截齿是近年来开发的一种新型耐磨截齿,它带有厚0.5~1.0mm多晶金刚石复合层的硬质合金头,于80年代在南非、联邦德国、美、英、法等国相继试用,都取得显著的效果。金刚石截齿比一般的硬质合金截齿使用寿命长3~9倍,可截割硬煤和含夹石煤层,但其价格昂贵。通水截齿是一种湿式截割的截齿,其在齿头背面上装有喷嘴,截割时向截槽喷水,可扑灭截割时产生的火花和降低粉尘,已在英、美、德等国的部分滚筒或截割头上使用。

参考书目

М. Г. Крапивин, И. Я. Раков, Н. Н. Сысоев. Горные инструменты «НЕДРА» 1990.

(王永达)

jiekuangshi caimeiji

截框式采煤机 (frame cutting jib miner)

以框形截盘作为主要工作机构的采煤机。截框式采煤机分为薄煤层和中厚煤层两类,分别适用于0.6~0.9m及0.8~2.8m的缓斜煤层采煤。

基本结构

截框式采煤机由电动机、牵引部、截割部、装煤部和辅助装置等组成。截割部包括工作机构及其传动装置。牵引部包括牵引机构和牵引驱动装置。电动机两端出轴,分别驱动截割部和牵引部。装煤部包括装煤机构、装煤减速箱和装煤电动机。

齿座和链板用水平铰销连接成封闭的截链。它在框形导向架上环行,组成框形截盘。截齿装在不同倾角的齿座上,呈扇形,使截槽有必要的宽度。截链运动时,截齿在煤体上割出框形截槽,截深一般为1.6~2m。截框高

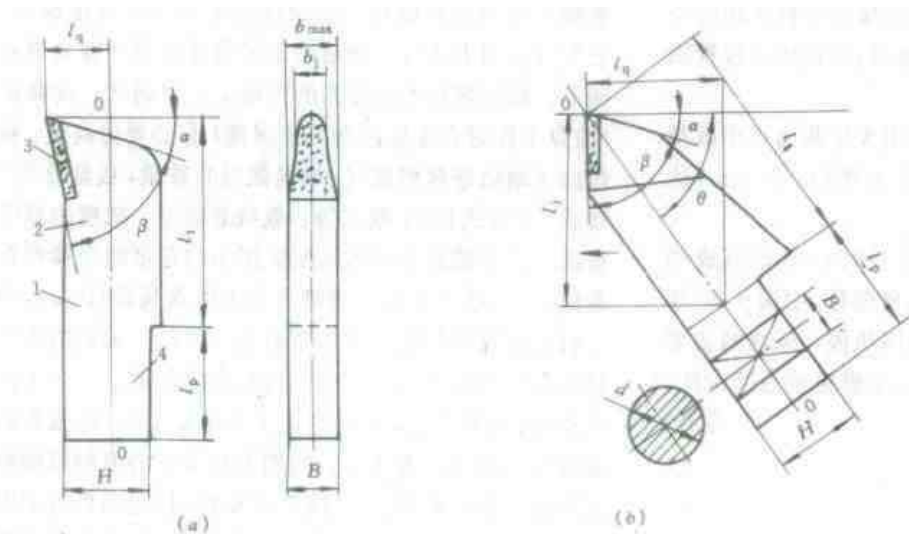


图2 截齿结构示意图

α —径向截齿; b —切向截齿

1—齿体; 2—齿头; 3—硬质合金头; 4—齿柄



度决定于所采煤层的厚度,一般为0.7~1.4m,最低力0.5m,最高可达2m。当截框高度较高且煤质较硬,框形截槽内的煤体不能自行碎落时,必须增设破碎杆和破碎盘。破碎杆上装有破碎齿,破碎盘套在破碎杆上,外围装有截齿。截割传动装置按框形截盘和破碎杆的运动速度和方向传递电动机的动力,截割速度是固定的。传动框形截盘用圆柱齿轮,传动破碎杆需要有一级锥齿轮。传动装置分为两级,第一级减速箱是固定的,第二级减速箱可以绕第一级减速箱回转,两级之间有离合器联接。采煤机在工作状态时,框形截盘与机身垂直,离合器合上。当采煤机要转入下放状态时,必须先把离合器脱开,然后将框形截盘随同第二级减速箱一起转到与机身成直线的位置。牵引机构由钢丝绳和卷筒组成。卷筒装在牵引减速箱的底部或顶部。钢丝绳的一端固定在卷筒上,经过滑轮导向引出,另一端固定在斜撑于顶板和底板之间的支柱底部。卷筒转动时,回收钢丝绳,从而使采煤机沿着工作面煤壁移动。卷筒的容量为25~50m,卷筒缠满后,使其快速反向转动,人工把钢丝绳拉出,在前方重新固定后方能继续牵引。牵引驱动装置把电动机的动力传给卷筒,驱动装置还要求在工作过程中调速,因此在传动系统中设置棘轮机构或摩擦片脉动器,或采用液压传动。牵引部还提供一种较高的卷筒转速,用于放绳和调动(下放)采煤机。装煤机构为刮板抛射式,垂直封闭的链条上装有悬臂刮板,下股链条贴底板从煤壁向采空区方向运行,至靠近工作面输送机处斜坡向上,使煤块高速抛射到输送机内。装煤部组装成单独的部件,用连接板和钢丝绳拖在框形截盘后面,当下放时,脱离连接件,也转成与机身呈直线的位置。截链截割生成的煤粉由截齿和齿座带出截槽。除粉器把堆积的煤粉推开,以免再次被带回截槽,堵塞截链运行。

截框式采煤机的特点是:采用大量截齿以小截割参数在截槽中截煤,使截槽中采出的煤粉($\leq 6\text{mm}$)达80%,因此比能耗大、效率低。

简史 截框式采煤机是苏联于1947年研制成功的,以后各国竞相研制,出现了多种型号。中国于50年代前期生产使用,成为50年代中国机械化采煤的主要机型。滚筒采煤机出现后,截框式采煤机被逐渐淘汰。

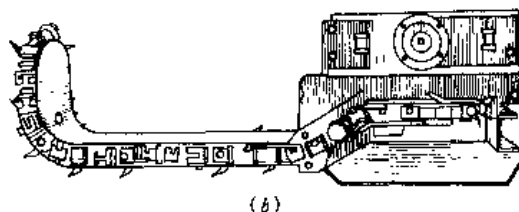
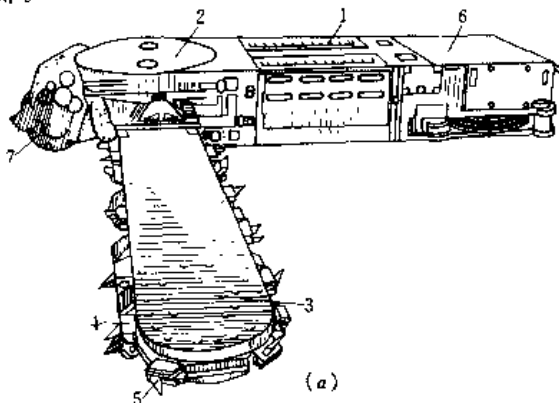
(李昌熙)

jiemeiji

截煤机 (coal cutter) 用于在煤层内掏槽的采煤机械。在炮采工作面煤壁上截割出截槽,增加自由面以提高爆破落煤的效果,适用于开采中硬和软煤层,也可开采其它成层的矿产,但不能截割坚硬的夹石和

硫铁矿等。

基本结构 截煤机由电动机、截割部和牵引部组成(见图)。电动机两端出轴,分别驱动截割部和牵引部。



长壁工作面截煤机

a—用直截盘; b—用弯截盘

1—电动机; 2—截割减速箱; 3—导向架;

4—齿座; 5—截齿; 6—牵引部; 7—除粉器

截割部 包括工作机构—截盘及其机械传动装置。截盘由导向架、截链和紧链器组成。截链是一条由装截齿的齿座和链板用铰销连接成的闭合铰接链条。它在导向架上环行。截链的张紧程度可用螺旋紧链器调节。截齿装在不同倾角的齿座上,呈扇状,使截槽(截盘工作时在煤层内掏出的深槽)有必要的高度。截齿的运动轨迹称相截线。根据截线的数量,截盘分为7线式、9线式和11线式等。截线数愈多,截槽的高度愈高。齿座按预定的截齿配置图上的角度顺序排列在截链上。长壁工作面截煤机大多采用直截盘(图a),为了提高落煤效果也可采用弯截盘(图b)。截盘的形状是由导向架的形状决定的。直截盘的截链在一个平面内运行,故用单铰,铰销垂直于导向架平面。弯截盘的截链在三维空间内运行,故用互相垂直的两种铰销构成双铰。截割减速箱(机械传动装置)把电动机的动力传递给截链,一般截割速度是固定的,也有具有两挡截割速度的,低速挡用以处理煤粉堵塞和截割较硬的煤,减速箱一般由2~4级齿轮传动。截盘通常贴着煤层底板截割。根据工作面的地质条件,可以绕电动机轴把截



割部翻转 180°, 或把截煤机装在具有一定高度的底托架上, 把截槽开在煤层的较高部位。

牵引部 包括牵引机构和牵引减速箱。截煤机的牵引机构由钢丝绳和卷筒组成。卷筒装在牵引减速箱的底部或顶部。钢丝绳的一端固定在卷筒上, 经过滑轮导向引出, 另一端固定在斜撑于顶板和底板之间的支柱底部。卷筒转动时, 截煤机就可沿着工作面煤壁移动。卷筒的容绳量为 25~50m, 卷筒缠满后, 使其快速反向转动, 人工把钢丝绳拉出, 在前方重新固定后, 方能继续牵引。牵引减速箱把电动机的动力传给卷筒, 除了传动以外, 还要求在工作过程中调速。因此在传动系统中设置棘轮机构或摩擦片脉动器, 或采用液压调速传动。牵引部还提供一种较高的卷筒转速, 用于放绳和调动截煤机。截链截割生成的煤粉, 80% 的块度小于 6mm。截链的运行方向能把大部分煤粉带出截槽。除粉器一般由截割减速箱驱动, 其作用是把截链带出截槽的煤粉推开, 以免截链不截煤的一侧把煤粉带回截槽内, 使截槽的有效高度减少, 影响爆破落煤效果, 甚至可能把截链堵塞, 以致无法正常工作。

工作状态 截煤机工作时从工作面一端开始掏槽, 这时截煤机处于工作状态, 即截盘垂直于机身的一侧。到达工作面另一端后, 待打眼放炮和装煤完毕, 将截盘退出煤壁, 摆成与机身呈一直线的调动状态。截煤机快速沿新形成的煤壁调动回工作面一端, 再把截盘切入煤壁, 开始新的工作循环。因此, 截盘应能绕链轮轴水平摆动 (称为弯转截盘), 并能将截盘固定于机身两侧的工作状态和与机身呈一直线的调动状态三个位置。一般借助于牵引部钢丝绳弯转截盘, 后来出现了截割部设置专用油缸自动弯转截盘的装置。

绝大多数截煤机用于长壁采煤工作面。短壁采煤工作面用的截煤机, 截盘与机身刚性固定成一直线, 只能用直截盘, 也用钢丝绳使机器横向牵引。掘进煤巷用的“万能”截煤机, 截盘截割时绕链轮轴摆动, 在煤壁上开出扇形截槽。截盘又可以绕机器纵轴转动, 以截出水平、垂直或倾斜的截槽。万能截煤机一般采用履带行

走机构推进。

基本参数 截煤机的基本参数是: 截深、截槽高度、截割速度、牵引速度、牵引力和电动机功率。

截深 由顶板稳定性和采煤工艺等因素综合考虑决定。截深大, 每个循环的采煤量多, 搬移拆卸式刮板输送机的次数减少, 但空顶距离大, 装煤距离远, 对电动机的功率也要求大。一般截深应为两排支柱之间距离的整数倍, 常用的截深为 1.4~2.2m, 少数使用 1.0~1.2m, 个别达 3~6m。

截槽高度 一般为 120~140mm, 以保证爆破落煤效果为准。煤层较厚且煤质松软时, 截槽高度应为 150~170mm。截槽高度愈大, 截出的煤粉量愈多, 功率消耗愈高。

截割速度 截齿齿尖运动的线速度一般为 1.8~2.2m/s, 采用短节距截链的大功率截煤机可达 3.5~5m/s。具有两挡截割速度的, 低速挡为 1.0~1.2m/s。

牵引速度 截煤机整机沿采煤工作面牵引方向运动的线速度。根据煤的截割阻抗和电动机功率, 截煤时的牵引速度应在运行过程中随时调节。早期的截煤机最大工作牵引速度在 1m/min 左右, 后来增加到 3m/min。适用于薄煤层调动时的牵引速度为 7~10m/min, 中厚煤层为 10~14m/min。

牵引力 截煤时牵引力一般为 70~150kN, 调动时牵引力只有 30~50kN。

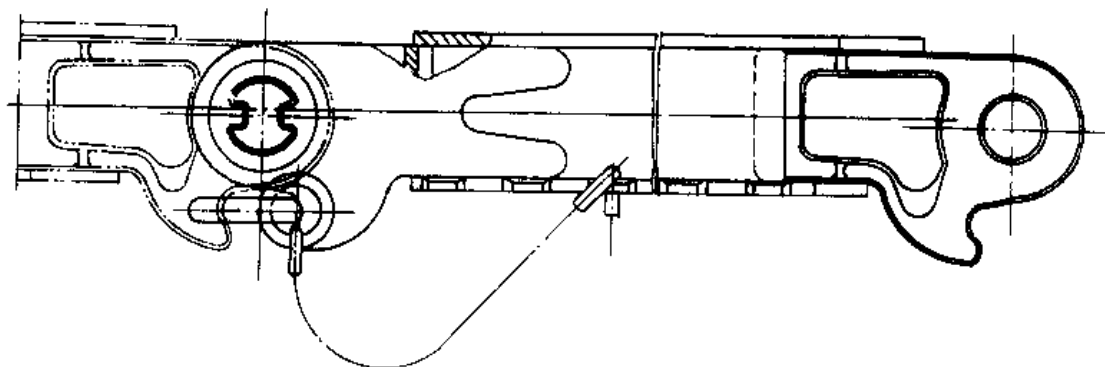
电动机功率 不同型号截煤机的电动机额定功率为 25~90kW (小时功率)。

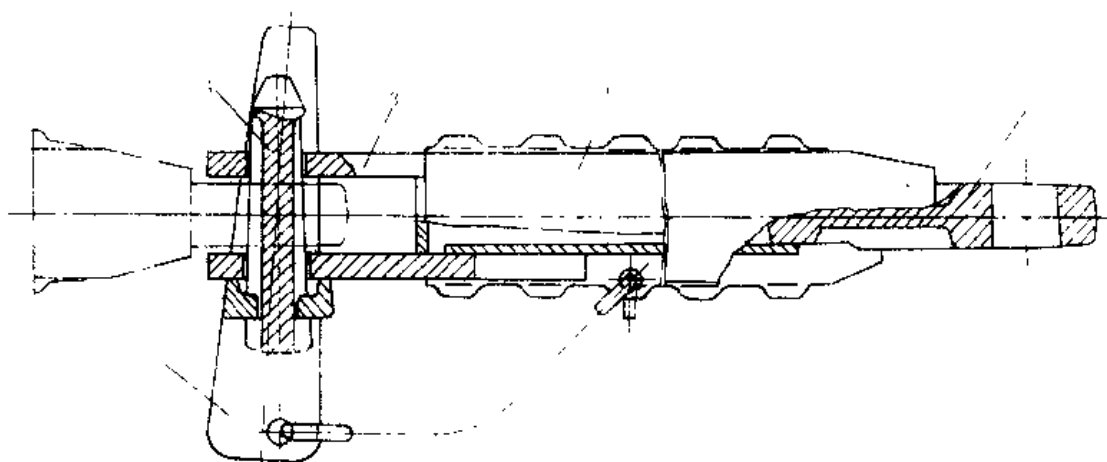
简史 最早的截煤机用装有截齿的圆盘截煤 (1868 年), 后改用装有截齿的圆杆 (1888 年), 经过漫长的发展过程后才采用截链。中国在 50 年代初开始生产和使用截煤机, 60 年代以后, 由于滚筒采煤机的兴起, 截煤机已逐渐淘汰, 但在小型煤矿仍在使用。

(陶晓东)

jinshu jiaojie dingliang

金属铰接顶梁 (metal articulated roof bar)





金属铰接顶梁

1—梁体；2—接头；3—耳子；4—销子；5—调角楔

安设在单体支柱顶部，梁与梁互相铰接，实现采煤工作面护顶用的承载构件。

金属铰接顶梁由梁体、接头、耳子、销子、调角楔组成（见上图）。用销子和楔子实现梁之间的铰接和悬臂支护。梁体底板具有花边槽，便于支柱顶盖在任意位置卡在梁体上，防止支柱滑倒。金属铰接顶梁是单体支柱工作面基本支护用品，常用长度为0.6~1.2m，主要用于缓倾斜煤层，直接顶不稳定或中等稳定的采煤工作面。

(叶道一)

jingtong dianlan

井筒电缆 (shaft electric cable) 敷设在井筒中的电力电缆、通信电缆信号电缆等的总称。井筒是联接地面与井下生产场所的通道，井筒垂直深度，即位差往往达300~500m，而且井筒空间有限，井壁常有淋水，这些特点决定了井筒电缆具有比普通电缆更高的要求。

井筒电缆的芯线、绝缘、护套不应承受电缆自重引起的拉应力，因此外缠加强型的钢丝或钢带铠装，用以承受电缆的自重。根据井筒深度的要求，钢丝铠装可采用一层或两层不同直径的圆钢丝，并镀锌以耐蚀。井筒电缆采用油浸纸绝缘的比较多。因为是垂直敷设的，所以要求不滴油，以免漏油而降低绝缘水平。井筒电缆中间不得有接头，这就提高了运行的可靠性，但制造起来较困难。如井筒太深需设接头时，应将接头设在中间水平巷道内，以便日常维护。

在井筒中敷设电缆，应采用专用的有一定弹性的卡子固定在井筒壁上，而固定点之间距离在6m之内。

在井筒内敷设的通信(信号)和控制电缆应敷设在距电力电缆0.3m以外的地方，以减少电磁干扰。沿井筒井壁向下洞室拐弯部分的井筒电缆如果暴露在井筒断面中，应该做一个牢固的保护顶盖，避免由井筒上方掉下的杂物损伤电缆。

(李 纪)

jingxia biandiansuo he peidiandian

井下变电所和配电点 (underground substation and distribution point) 设在煤矿井下，

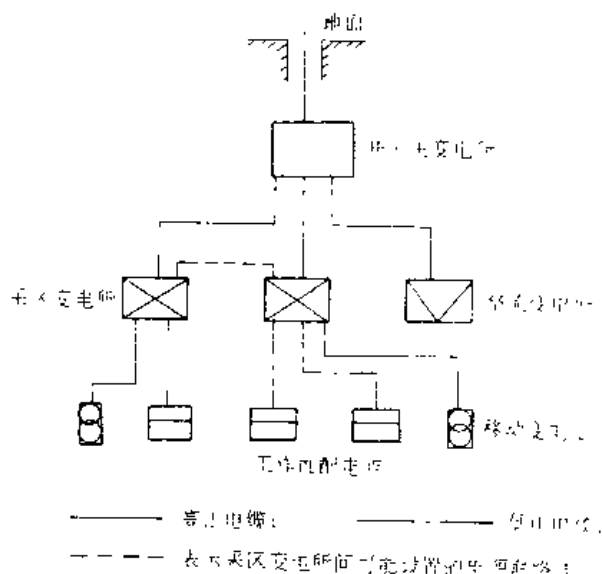
对电能的电压和电流进行变换、集中和分配的场所。根据设置地点和供电对象，分为井下主变电所(井下中央变电所)、采区变电所、整流变电所、工作面配电点、移动变电站等(见下页图)。

井下主变电所 设在井底车场或主要生产水平的变、配电中心。向采区变电所、整流变电所、主排水泵及井底车场附近的负荷供电，主变电所通常设在与主水泵房相连的硐室内。

采区变电所 采区的变、配电中心。向采区负荷及巷道掘进负荷供电。采区变电所一般设在采区上山运输斜巷与轨道斜巷的横贯内，也可设在采区附近压力稳定的岩层中。

整流变电所 井下电机车的变流、配电中心。向架线式电机车或蓄电池电机车的充电设备供电。供架线式电机车的整流变电所可与井下主变电所联合，也可设在井底车场内的硐室内。供蓄电池电机车的整流变电所一般设在运输大巷的采区上、下山附近的硐室内。

工作面配电点 采煤、掘进工作面及其附近巷道



井下变电所和配电点示意图

注 1—采区变电所、工作面配电点及移动变电站的数量按需要而定。

2—至主变电所、采区变电所及整流变电所的电源电缆数量按需要而定。

的配电中心。向工作面及其附近的负荷供电。工作面配电点设在工作面的运输顺槽或回风顺槽中、距工作面适当距离，当工作面推移时，配电点可相应搬移。

移动变电站 由变压器及高、低压开关组成的移动式隔爆型电气设备。向工作面及附近巷道的负荷供电。一般设在采、掘工作面附近的运输顺槽中，可随工作面推进而移动。

(郝继荣)

jingxia ceshi

井下测试 (underground measurement and test) 在井下煤矿机电设备安装、运行现场，利用专用仪器、仪表，对煤矿机电设备的技术性能、主要参数进行测试。目的是验证设备的可靠性、安全性及配套性，并为设备的合理运行、故障分析、科学管理以及指导矿井生产提供数据。

简史 20 世纪 60 年代主要产煤国家如苏联、英国、联邦德国开始采用地面通用仪器、仪表，放置在特殊设计的防爆外壳内，组成笨重的隔爆仪器、仪表，在井下对煤矿机电设备进行测试。60 年代中期，为适应井下监测的需要，研制了井下测试专用的传感器及记录仪表，组成煤矿机电设备的单参数测试系统。70 年代又研制出本质安全型的紫外线记录仪和本质安全型磁带记录仪，从而使测试能实现多个参数的同步记录。

近年来在信息传递方面又有了发展，将传感器输出信号进行脉冲调制，由微机向地面发送，从而使放大器及相应的记录仪器、仪表等可使用通用仪器、仪表，这样扩大了信息通道容量，同时提高了测试精度，实现了地面监控。中国在 80 年代以前煤矿井下测试采用的是简单的单参数仪器仪表，80 年代初开始使用多参数测试的本质安全型测试系统，扩大了测试范围，并提高测试精度。随着高产高效采煤、掘进、运输设备的发展，世界各主要产煤国家将测试、监控、故障诊断等先进测试技术和机组结合起来发展为智能化机组，实现煤矿生产的自动化。

井下测试仪器仪表的特殊要求 井下工作条件恶劣，空气中含有能引起爆炸的瓦斯和煤尘，井下测试仪器仪表除了具有较好的防尘、防水、防震、耐砸等性能外，还应符合爆炸性环境使用的防爆电气设备通用要求，以及隔爆型电气设备“d”、增安型电气设备“e”、本质安全型电路和电气设备“i”等标准要求。普通电气测量仪表只准在瓦斯浓度 1% 以下的地点使用，否则必须遵照有关规定并制定安全措施后，方可使用。井下测试仪器仪表必须经过有关防爆检验部门检验，并获得下井使用证或经过安全性能检验获得防爆合格证方准下井使用。

井下测试仪器、仪表使用场合应符合下表规定。

使用场所	仪表安全等级
井底车场、总进风道或主要进风道：	
a. 低瓦斯矿井	矿用一般型
b. 高瓦斯矿井	矿用增安型
翻罐笼硐室	矿用防爆型
采区进风道	矿用防爆型
总回风道、主要回风道、采区回风道、工作面和工作面进风、回风道	矿用防爆型 (矿用增安型除外)
煤(岩)与瓦斯(二氧化碳)突出矿井和瓦斯喷出区域	矿用防爆型 (矿用增安型除外)

测试系统 一般井下设备需测试的参数有：电机功率、电压、电流、拉力、液压力、转速、温度、流量、振动加速度等。测试系统有两种：一种是单参数测试系统，另一种是多参数同步测试系统。

单参数测试系统 首先由传感器将被测量的信息转换成电量,然后通过信息转换、放大、再用指示仪或纸带记录仪进行信息显示或记录。即一个传感器,对应一个放大器、一个记录仪,使用灵活,调试简单。

多参数同步测试系统 最多可以有8个不同测试参数。其原理是各相应参数的传感器将被测量转换为电信号后,经接线盒汇总或直接送入相应的放大器或隔离耦合放大器,获得标准的模拟量信号,再输入频率多路装置进行隔离、调制(或解调)和混频处理,将模拟量信号转换为频率信号,再将4个频率信号混频为一个混频信号记录在磁带记录仪内的一个磁道上,另外4个频率信号的混频信号记录在另一个磁道上。这样完成了8个信号的同步记录。也可以用本质安全型紫外线光线示波器直接同时测录。

井下测试除了上述两种测试系统外,还配备了井下通用型本质安全测试仪表,如本质安全型数字多用表、本质安全型兆欧表、本质安全型数字温度计,本质安全型数字频率计等。

应用范围 井下测试可应用在以下4种场合。

试运转调试测试 凡新安装的煤矿机电设备在投入运行前需将各项技术性能指标调整到最佳状态,以保证产品达到设计和使用要求所进行的测试。

验证考核评定测试 凡新研制的煤矿机电设备、进口和需要商检的机电设备,在井下现场考核其性能参数、可靠性、适应性和配套性能,以评定产品是否符合设计和使用要求,是否符合合同所规定要求所进行的测试。

研究性测试 专门从事煤矿机电设备研究的部门以及生产厂的设计研究部门,在新产品的研制、老产品的改进过程中对结构、材料、原理以及有关基础理论的研究所进行的测试。

故障诊断分析测试 对已投入正常运行设备的运行工况的监测,或设备已发生故障,为寻找故障点和故障原因所进行的测试。

(钱伟学)

jingxia daqiguodianya

井下大气过电压 (underground atmospheric overvoltage) 矿井地面设施遭到雷击时,雷电波沿着铠装电缆、轨道等导体侵入井下,引起瓦斯爆炸等事故,及其保护措施。

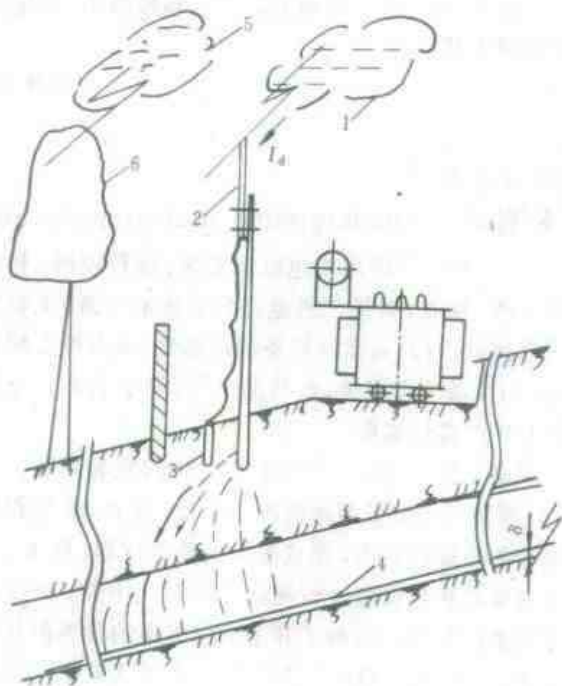
大气雷电侵入矿井事故 大气雷电不仅能危害地面设施和人、畜生命,还能引入煤矿井下,引起瓦斯爆炸、雷管误爆、人身伤亡等事故。近几十年来,有不少雷电引入井下事故报导,如:四川省的天府矿务局一矿

雷电沿轨道入井,引起掘进头瓦斯爆炸事故;70年代松藻矿务局石碛矿北风井,在暂时停产封闭期间发生过雷电引起瓦斯爆炸,封闭被摧毁并造成伤亡事故;80年代逢春矿平硐在穿透煤层施工中,雷击地面电网停电时雷电入井,引起瓦斯爆炸事故;80年代湖南省塘冲煤矿一风井停电改6kV线路时,雷电侵入井下,引起瓦斯爆炸。英国曼斯弗什(Mainsforth)煤矿亦有雷电引起井下瓦斯爆炸记载。70~80年代南非浅部煤矿在12年里,雷电引起过6次瓦斯爆炸,7次雷管误爆和5次雷击事故。

大气雷电侵入矿井的过程 大气雷电能以行波方式(直击雷)或电磁感应方式(感应雷)沿井筒金属轨、管和电缆铠装外皮等导体传入井下,或经地闪通道、雷击避雷针,雷击地面设施,通过大地传入井下,在井下形成杂散电流,引起雷管误爆;在井下无法免除的导电体间的间隙上形成杂散电位差,产生火花,引起瓦斯爆炸或电火灾。如下图所示,当带电雷云团1飘近避雷针2产生中和放电时,强大的放电电流 I_d 沿接地线至接地极3入地,流散到井下巷道金属轨、管4。若金属轨、管只一端触地(比如图中4的左端),在另一端对地的间隙 δ 上就可能形成杂散电位差,产生电火花。如果雷云团5对孤立高树6放电,或直接对地放电(地闪)时,也会产生同样事故。

高瓦斯矿井防雷保护

避雷器保护 ①引入井筒或平硐的高压电缆,在



雷电侵入矿井形成事故示意图



井筒或平硐口附近装设并联有静电电容器的避雷器保护；②低压电缆在引入井筒或平硐端或附近装设低压避雷器；③通讯电缆在引入井筒或平硐端或附近装设防雷保安器；④电机车架线在引入平硐或附近装设相应的直流避雷器。避雷器是一种能释放雷电或兼能释放电力系统操作过电压能量，保护电工设备免受瞬时过电压危害，又能截断续流，不致引起系统接地短路电器。

埋地敷设 各种引入井筒或平硐的电缆和金属管道，在引入井筒或平硐前经过至少10~20m长的埋地段，铠装电缆应将埋地地段的铠装两端进行良好接地。无铠装的塑料绝缘电缆的埋地段应先套上铁管10~30m再埋地，铁管的两端进行良好接地。

防雷接地保护 ①防雷接地网，当井筒或平硐口外附近无保护接地网利用时，要另设防雷接地网，总接地电阻值不应超过 2Ω 。②引入井筒或平硐的金属轨、管、输送机的机座和机架、高压或低压电缆的铠装外皮、在引入井筒或平硐口外，选定两点，彼此用扁铁条焊接连接后，再分别与防雷接地网连接；引入井硐之后，再每隔200~250m选定2~3处，进行就地接地，将引入井硐的雷电能量泄入大地。③离地表200m以下采区巷道的金属轨、管、电缆铠装外皮的末端和轨道道岔处进行就地接地。④提升机的机座与提升机房的保护接地相连，斜井提升钢丝绳在斜坡口前后的几组地滚两侧轴架彼此相连再与防雷接地网相连。

雷雨天防雷事项 ①雷雨季与当地气象部门密切联系，注意防雷；②雷雨天加强通风；③雷雨天加强供电安全检查，切勿全矿停电检修；④雷雨时停止穿透煤层的井硐掘进作业。

(喻纯新)

jingxia dianqi baohu

井下电气保护 (underground electrical protection) 在煤矿井下供电线路、电气设备出现电气故障或不正常运行状态时，为避免事故扩大保证供电安全或人身安全而采取的措施。井下电气保护主要有防止过电流、漏电流、过电压现象的各种保护以及保护接地。

过流保护 井下供电系统的任何部分出现超出其额定电流的过电流现象可能导致电气设备的损坏或使用寿命的缩短，甚至引起井下电气火灾等恶性事故。造成过电流故障或不正常运行状态主要有各种短路故障(三相、两相、匝间短路等)、断相故障、过负载运行、欠电压运行等。针对过电流现象采取的保护措施主要有：短路保护、过载保护(短路、过载保护合称过流保

护)、断相保护、欠压及失压保护。近年来为了进一步提高短路保护的灵敏度和快速性，在井下开始使用相敏过流保护和快速断电保护。

漏电保护 井下供电系统的任何部分因绝缘损坏或绝缘性能下降使对地绝缘电阻降低，从而导致电气设备外壳带电，造成人身触电或电火花外泄引起的井下瓦斯或煤尘爆炸等恶性事故。针对漏电现象采取的保护措施主要有：漏电后迅速切断电源的漏电保护，漏电后闭锁电源开关使之无法送电的漏电闭锁保护。近年来开始在井下使用监视型屏蔽电缆并采用电缆监视保护，从而使系统漏电保护更加完善。

保护接地 为防止人身触电，井下电气设备的外壳必须与接地网可靠连接，达到漏电时降低外壳对地电位，从而确保人身安全，这种接地措施称为保护接地。近年来中国井下还使用旁路接地保护，对漏电故障相采取快速接地，从而进一步保证了人身安全。

过电压保护 井下供电系统因地面系统大气过电压的侵入以及系统内操作过电压的发生，会引起匝间、相间短路、对地漏电等事故。采取预防过电压产生以及产生后削弱过电压强度措施从而保护绝缘即过电压保护。目前井下在开关中装设的阻容及压敏保护就是其中的一种。

根据中国井下供电系统长期的运行经验，在诸多保护中以短路保护、漏电保护、保护接地最为重要，俗称“三大保护”。

(龚幼氏)

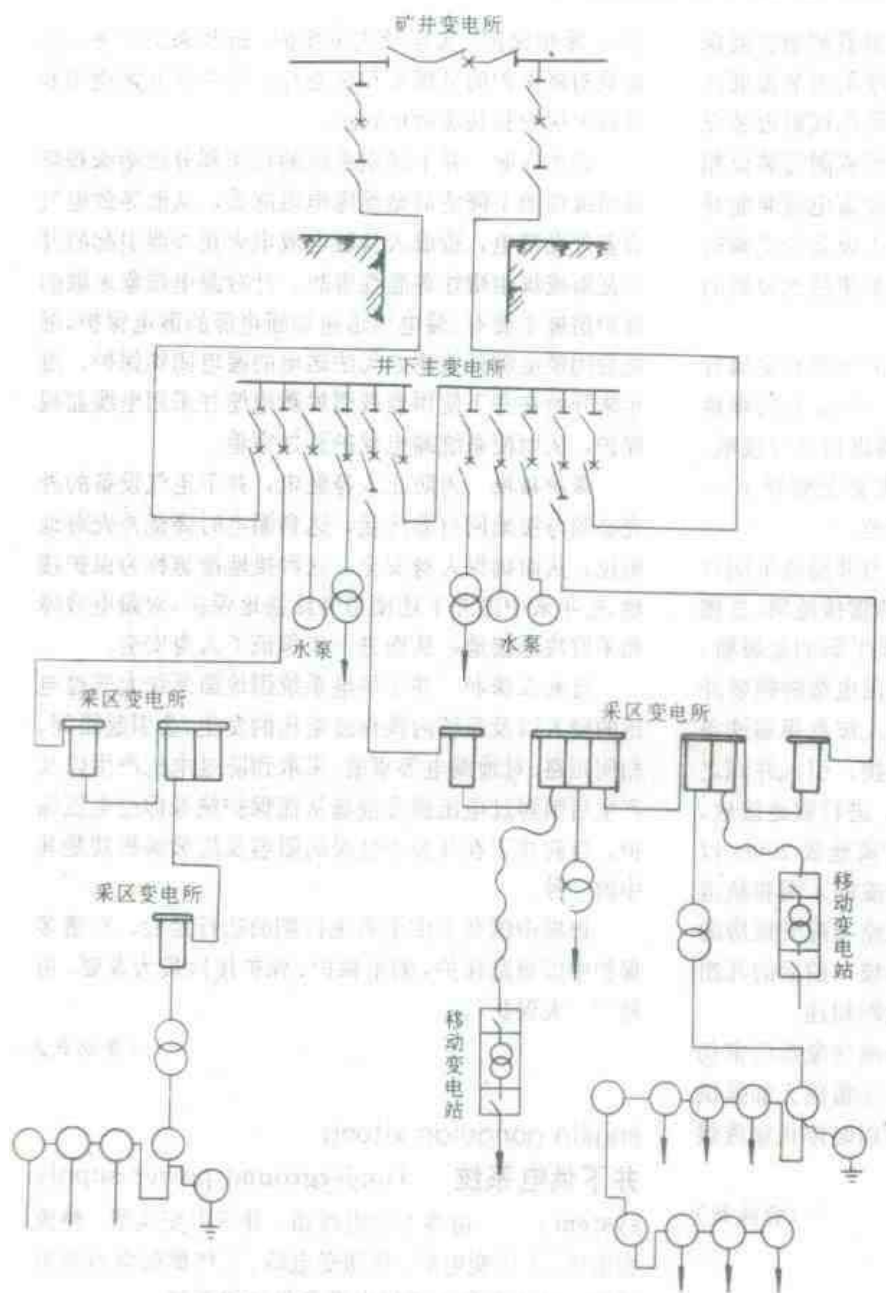
jingxia gongdian xitong

井下供电系统 (underground power supply system) 由井下供电线路、井下主变电所、整流变电所、采区变电所、移动变电站、工作面配电点等组成的，对井下各生产用电设备供电的系统。

供电要求和特点 井下供电系统(见下页图)除满足安全可靠、运行灵活、经济合理等要求外，还须注意下列特点：

(1)井下如发生全部停电事故，超过一定时间后，可能发生采区或全井被淹的重大事故，同时井下停电停风后，还会造成瓦斯积聚，引起瓦斯和煤尘爆炸危险，因此为确保矿井的安全，下井电源线路不得少于两回路。

(2)井下硐室、巷道、采掘工作面等需要安装电气设备的空间都比较狭窄，人体接触电气设备的机会较多，同时井下空气中还含有瓦斯及煤尘，因此当井下供电网络发生漏电，不仅会引起人身触电，而且还可能导致瓦斯煤尘爆炸，甚至使雷管提前引爆。此外，漏电流



井下供电系统图

流还可能使绝缘材料发热着火,造成火灾及其它更为严重的事故,因此必须选择除变压器中性点直接接地外的中性点运行方式(如中性点不接地、中性点经消弧线圈接地,中性点经消弧线圈并取电阻接地等),并采取切实可行的漏电保护措施(如采用选择性漏电保护装置等),以确保井下供电的安全。

(3)井下供电均为电缆线路,因电缆线路较长,对地电容较大,电容电流不可忽略,如高压电网的单相接地电容电流超过 20A 时,就需采取限制措施,如采用主变压器中性点经消弧线圈接地以补偿电容电流,或

采用多台主变压器分列运行以减少馈出电缆的总长度,从而减少电容电流等方法。

(4)各矿井的瓦斯及煤尘的含量不同,有的还是煤与瓦斯突出矿井,同时井下空气又比较潮湿,相对湿度均在 90% 以上,且常有滴水及淋水,因此在电气设备的选用上应遵循下页表 1 要求。

(5)由于工作面日益加长,采区也日益加大,工作面使用的采掘机械功率也越来越大,更因高压很难接近负荷中心,井下低压电缆也越来越长,电压质量也更难保证,以致井下采区低压用电,多次升压,从 380V 至 660V,直至 1140V 现在高产高效工作面,又将升至 3300V。

(6)采掘工作面的电气设备移动频繁,环境恶劣,且经常启动,因此必须选用结构坚固、性能安全、重量轻、体积小、耐经常启动操作的启动设备,并选用矿用橡套软电缆,应有专用的电缆连接装置。

(7)某些矿井可能发生突水事故,其出水量往往是正常涌水量的几倍甚至几十倍,一旦突然出水,要求排水设备迅速开动,以保证矿井安全,因此要求有足够容量的供电系统,以保证能够同时开动工作和备用水泵。

井下负荷 下列井下负荷的配电装置,必须由两回或两回以上线路供电,并引自不同的变电

所母线段:①井下主排水泵及其附属设备;②兼作矿井主排水泵的井下煤水泵及其附属设备;③经常升降人员的暗立井绞车及其附属设备;

下列井下负荷的配电装置,一般由两回路供电:①暗井主提升设备及其附属设备;②立井装载设备;③大巷强力胶带输送机;④供综合机械化采煤的采区变(配)电所;⑤井下煤水泵及其附属设备;⑥井底水窝泵;⑦供地面生活,生产及消防用水的井下水源水泵;⑧井下电机车的整流设备;⑨电机车信号。

井下电力负荷计算,除能够较精确计算出电动机

表 1 煤矿井下电气设备选用要求

类 别 使 用 场 所	煤(岩)与瓦斯 (二氧化碳)突出矿 井和瓦斯喷出区域	瓦 斯 矿 井				
		井底车场、总进风 巷或主要进风巷		翻车机 硐室	采区 进风道	总回风道主要回 风道、采区回风道、 工作面和工作面进 风、回风道
		低瓦斯 矿井	高瓦斯 矿井			
一、高低压电机和 电气设备	** 矿用防爆型 (矿用增安型除外)	矿用 一般型	矿用 一般型	矿用 防爆型	矿用 防爆型	矿用防爆型 (矿用增安型除外)
二、照明灯具	矿用防爆型(矿用 增安型除外)	矿用 一般型	矿用 防爆型	矿用 防爆型	矿用 防爆型	矿用防爆型 (矿用增安型除外)
三、通信、自动化 装置和仪表、仪器	矿用防爆型(矿用 增安型除外)	矿用 一般型	矿用 防爆型	矿用 防爆型	矿用 防爆型	矿用防爆型 (矿用增安型除外)

* 使用架线电机车运输的巷道中及沿该巷道的机电硐室内可以采用矿用一般型电气设备(包括照明灯具、通信、自动化装置和仪表、仪器)。

** 煤(岩)与瓦斯突出矿井的井底车场的主泵房内,可使用矿用增安型电动机。

功率的用电设备,如主排水泵、暗井提升机、大巷强力胶带输送机,取其计算功率外,一般采用需用系数法。

配电电压

高压 10000V 6000V

低压 动力不超过 1140V

照明、手持式电气设备的额定电压和电话信号装置的额定供电电压不应超过 127V。井底车场、总进风巷和主要进风巷的照明系统的额定供电电压可采用 220V,远距离控制线路的额定电压不应超过 36V。

高压供电系统 由矿井变电所的两段高压母线上,至少各引一路至井下主变电所作为受电电源,当其中一路停止运行时,其余回路必须保证井下全部负荷。

井下主变电所的高压进线及母线联络开关一般应设置断路器,馈出线必须设置断路器,当由井下主变电所直接控制主排水泵电动机时,可用带熔断器的真空接触器。

由井下主变电所向各翼的采区变电所引出高压馈电电缆,如为综采采区,则应敷设两回路。为了考虑采区的倒替,向采区供电的高压电缆宜按采区分别供电,或者将分供二个以上采区的变电所设于不受采区搬迁影响之处。

单电源的采区终端变电所的进线可不设置电源进线开关,当有出线或为双电源进线时应设进线开关,其馈出线应设置断路器。

用电负荷大的采掘工作面,可在距工作面约 100~150m 处,设置移动变电站,供高产高效工作面的移动变电站则距工作面可更远一些,用专用的监视型屏蔽软橡套电缆向移动变电站供电。

低压供电系统 矿井井下低压网络,复杂繁多,供电时必须以安全、可靠、维护简单为前提。井下负荷很小,距离又近时,可考虑由地面直接向井下供给低压电源,也可采用钻孔下电缆方式向采区供电,但在井上、下都应设备总开关。

当主排水泵为低压且由井下主变电所供电时,井下主变电所的变压器、至少有二台;当其中一台停止供电时,其余变压器必须能担负最大涌水量时期的排水、生产、照明等全部用电。

井下局部通风机和掘进工作面中的电气设备,必须装有风电闭锁装置。当局部通风机停止运转时,能立即自动切断局部通风机供风巷道中的一切电源。在瓦斯喷出区域、高瓦斯矿井、煤(岩)与瓦斯(二氧化碳)突出矿井中的所有掘进工作面应装设两套闭锁(风电闭锁、瓦斯电闭锁)设施,当局部通风机停止运转或掘进巷道内瓦斯超限时,能立即自动切断局部通风机供风巷道中的一切电源。

低瓦斯矿井掘进工作面的局部通风机,可采用装有选择性漏电保护装置的供电线路供电,或采用与采煤工作面分开供电。

瓦斯喷出区域、高瓦斯矿井、煤(岩)与瓦斯(二氧化碳)突出矿井中,掘进工作面的局部通风机都应实行三专(专用变压器、专用开关、专用线路)供电。

电缆选择

下井电缆 除进风斜井、进风平硐的下井电缆可以采用铝芯外,其余下井电缆一律采用铜芯。

立井、斜井、钻孔中的下井电缆,应采用不滴流铅包纸绝缘电缆、聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套电缆、交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套电缆。



敷设在倾角大于或等于 45° 的斜井井筒或钻孔中的电缆用钢丝铠装电缆;敷设在倾角小于 45° 的斜井或平硐中的电缆用钢带铠装电缆。

高压电缆 井底车场及其附近,井下主变电所至采区变电所之间的高压电缆,可以采用铝芯;其他地点用铜芯。在水平巷道或倾角 45° 以下的井巷内,采用钢带铠装不滴流铅包纸绝缘电缆、钢带铠装聚氯乙烯绝缘电缆或钢带铠装铅包纸绝缘电缆。向移动变电站供电的采用监视型屏蔽橡套软电缆。

低压电缆 固定敷设的低压动力电缆应采用铠装铅包纸绝缘电缆、铠装聚氯乙烯绝缘电缆或不延燃橡套电缆;1140V 设备及采掘工作面的 660V 及 380V 设备必须用分相屏蔽不延燃橡套电缆;移动式和手持式电气设备都应使用专用的分相屏蔽不延燃橡套电缆;固定敷设的照明、通信、信号和控制用的电缆应采用铠装电缆,不延燃橡套电缆或矿用塑料电缆;非固定敷设的,应采用不延燃橡套电缆;低压电缆不采用铝芯。

采区动力电缆的截面,应符合下列规定:

(1) 电缆的允许持续电流应大于电缆的正常工作负荷电流;

(2) 对距离最远、容量最大的电动机,在重载情况下应保证启动;

(3) 正常运行时电动机的端电压允许偏移额定电压的 $\pm 5\%$,个别特别远的电动机允许偏移 $-8\% \sim -10\%$ 。

(4) 所选电缆截面必须与保护装置相配合,并需满足机械强度要求。

发展趋势 随着矿井的日益加大,高产高效工作面的出现,下井的高压电压,将由 6kV 上升到 10kV;低压电压将由 380V 上升至 660V,1140V;高产高效工作面的电压将由 660V、1140V 升至 3300V 或更高的电压。同时为了限制单相接地电容电流,变压器中性点经消弧线圈接地以及经消弧线圈并联电阻接地等也将在矿井变电所中出现。

将研制可靠的,有选择性的井下用的检漏装置。

从高压开关柜来说,将生产价格低,使用可靠的真空断路器来替代目前的油断路器;变压器也将趋于无油化;高压和低压的真空接触器将推广使用;低压断路器中将逐步推广真空断路器。供井下使用的电容器补偿装置以及随机的电容就地补偿装置也将应用;轻巧耐用的井下矿用防爆插销连接装置将随供电线路的加长而被重视,可编程控制器、微型计算机等组成的保护、控制元件也将在井下得到普遍使用。

(高天一)

jingxia guidao yunshu jiankong xitong

井下轨道运输监控系统 (underground track haulage supervision system)

又称轨道运输信、集、闭(信号、集中、闭塞)系统。对井下轨道运输列车实行电气集中联锁控制和调度管理的成套装置。调度员在调度室通过该系统直接或自动控制调度区内的道岔和信号机,办理进路,并监视现场道岔、信号机等设备的工作状况和列车运行实绩,进行协调组织和指挥列车的运行。它是煤矿井下提高轨道运输效率、改善运行安全,实现科学管理的重要装置。

基本原理 轨道沿线安设车辆位置检测装置获得列车位置信号,系统主控设备按照在同一段同时只允许一列车运行的闭塞原则,利用闭锁、解锁和区段闭塞等控制方式,在信号机、道岔、进路之间建立相互制约的连锁逻辑关系,并驱动相应信号机、道岔等执行机构,实现安全和合理地调度列车运行。

区段 在控制范围内将轨道线路划分成的最小的轨道基本控制单元,一个区段只允许一列车占用。各区段轨线长度依安全行车和通过能力需求原则确定。

进路 列车由轨道线路某一点运行到另一点全部行程路径(进路按其始端和终端划分范围,通常依据信号机位置确定)。每条进路由一个或几个区段组成。进路可分为基本进路和长进路,同一运行方向上相邻两信号机之间的进路称为基本进路,又称短进路。由多条前后相接组合而成的进路称为长进路。两条以上进路由于共用相同区段而重叠,并可能同时开放危及行车安全的进路称互为敌对进路,敌对进路之间必须采取可靠闭锁措施。

系统分类 根据系统功能及控制范围可分为轨道运输局区域连锁控制装置、轨道运输井底车场集中控制系统及全矿井轨道运输监控系统三大类。

轨道运输局区域连锁控制装置 用于运输作业繁忙和远离井底车场的轨线交叉点等局部区域。它根据列车抵达控制区的位置、顺序和行进方向的要求,按列车安全运行基本连锁条件进行局部区域行车信号控制,不设调度员及模拟盘。通常依据人员参与操作程度分为简易信号控制装置、自动信号控制装置和司控道岔装置等。

轨道运输井底车场集中控制系统 用于井底车场枢纽区域及其邻近轨道区段和交叉点的机车信号集中控制。通常调度员在轨道运输中央调度室借助主控机、模拟盘、操纵台等主控设备进行列车调度和指挥运输生产。

全矿井轨道运输监控系统 用于全矿井下主要轨

道运输生产的调度和管理。其控制范围较上述二种系统更大,一般包括:井底车场,运输大巷,采区装车站及远端轨线交叉点,乃至多个生产水平。其功能除能控制整个系统范围内的色灯信号机及道岔和有效地调度指挥列车运行外,还具有轨道运输生产管理及运行报表统计分析等辅助功能,并可与全矿井生产监控系统联网,实现科学管理。

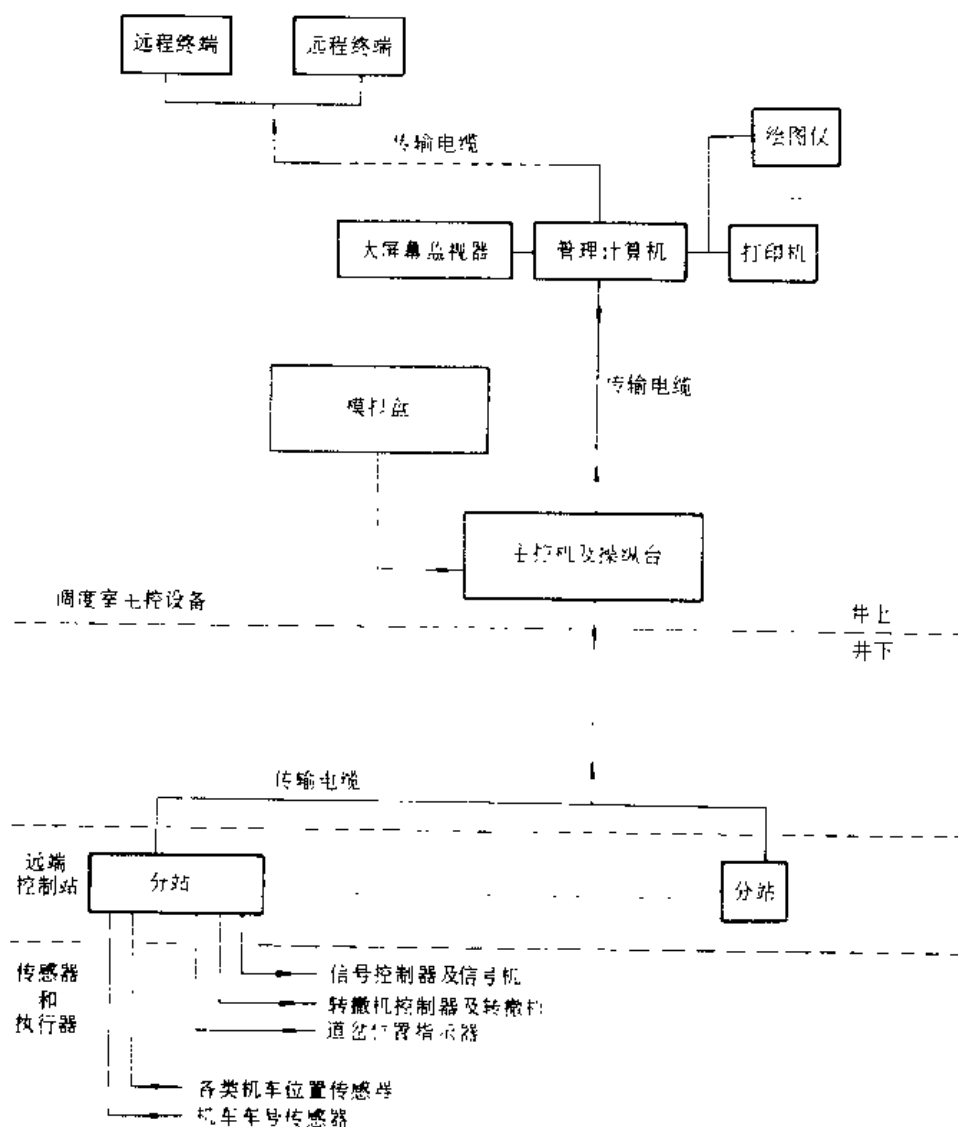
根据实现的技术途径,轨道运输监控系统还可分为继电器、可编程序控制器和微型计算机三种轨道运输监控系统。它们因采用不同的基础控制部件和设备,而各自具有不同的技术特征和相应的适用范围。

系统组成 井下轨道运输监控系统一般由调度室主控设备,远端控制设备、电缆和传感器、执行器等组成。其设备配置依系统的功能及控制范围而定(见图)。

主控设备 井下轨道运输监控系统中央调度室的

主控机及外围配套设备的总称。通常井底车场集中控制系统和全矿井轨道运输监控系统都必须配置主控设备。其基本功能是采集控制范围内的机车运行实绩,传感器、执行器等设备的工作状态信息,并接受调度指令,按照联锁闭塞原则进行数据综合信号处理,经由电缆向信号机、道岔等执行器发出准确控制命令,指挥列车运行。调度方式通常采用选路式,同时也保留了对单个被控设备的操纵台遥控功能。现代化大型系统通常还包括较完善的诊断、报警、监视煤仓料位、统计和分析机车运行等功能。

主控设备的配置随采用的技术途径而不同,一般主控设备的基本配置是:主控机(继电器监控系统为继电器柜)及外设、模拟盘、操纵台及电源等。可编程序控制器和微型计算机轨道运输监控系统的主控设备可根据需要配置管理计算机及外围设备,大屏幕监视器、



井下轨道运输监控系统图

远程终端和绘图仪等。

远端控制器 主控设备的下一级即就地控制设备或局部区域连锁控制站。

在调度范围较大的可编程序控制器或微型计算机监控系统中,用作下级直接控制设备,以主从方式与主控设备构成集散型控制系统。它安设在采集信息及被控设备相对集中的地点,完成该区域的信息采集及预处理,并经由电缆将其送往主控设备,同时接收主控设备的控制命令,驱动信号机、道岔等执行器。一般由远端控制站(工业控制微机分站或可编程序控制器远程控制站)、电源、控制箱等组成。

具有较强自治能力的远端控制设备与被控区域的传感器、信号机及道岔等执行器可组成局部区域连锁控制子系统独立使用。

传感器 用来检测车辆占用轨道和道岔区段及识别机车车号的装置。

检测车辆占用轨道和道岔区段的机车位置检测装置种类较多,目前技术较成熟可供工业使用的有辅助导线、无线感应、计数计轴电路和轨道电路等4种传感器。

执行器 轨道运输监控系统中指示列车运行和调车命令的光、声信号设备和驱动转换道岔,并反映道岔所处位置状态设备的总称。系统中最常见的必备执行器有各种色灯信号机,道岔位置指示器及电动转辙机等。

简史和发展趋势 从煤矿井下轨道运输监控技术发展历史看,中国早在50年代就使用数套苏联制造的继电器井下轨道运输监控系统(井下轨道运输信集闭系统)。从60年代中期,开始自行设计制造,并逐步在部分煤矿试用和推广国产系统。该系统以继电器为基础的逻辑控制部件组成主控设备,系统采用集中供电、用电缆传送信号,实现进路、信号及道岔连锁,指挥调度列车运行。80年代后由于配用铁路信号专用继电器或同类高可靠性安全继电器作为基础逻辑控制部件,其主控设备的可靠性又有了进一步提高。继电器轨道运输监控系统的缺点是继电器逻辑柜、电源柜及其外围设备占用空间大,耗电多;电缆用量大,投资运行费用高;针对不同对象构成系统,设计配线工作量大且电缆直接传送控制信号线路压降大,难以实现全矿井范围内轨道运输生产调度,因此不能适应现代化运输管理的需要。但是由于继电器系统发展久远,组成系统线路简单、直观,有较丰富的设计及运行经验,因此目前继电器井下轨道运输监控系统在一定控制范围内仍有需求。

随着微电子、信息、可编程序控制器及微型计算机技术的发展,80年代中期以来煤矿井下轨道运输监控系统大量采用了这些高新技术,使得系统面目为之一新,出现了取代继电器的发展趋势。这些系统显著的技

术特征是:

(1)依据煤矿井下轨道运输控制设备遍及整个运输巷道,覆盖面大,且安设相对集中的情况,系统采用分级集散式工控微机或带有远程I/O模块的可编程序控制器与上位机相结合的网络结构,降低了线路压降及电缆用量,扩大了控制范围。对于微机网络,由于各级设备尤其是远端控制设备具有较强的自治能力,局部设备出现故障时不致影响系统的正常运行,当上级系统出现故障时,远端控制设备可控制自动导向安全,以保障行车安全。

(2)在微机型系统中,利用新的闭塞算法进行软件编制,解决了长进路中基本进路的自动续接问题。只要按起、终点按钮,系统自动以基本进路为单位逐段锁闭、开放;以区段为单位逐段占用、逐段解锁。使系统具有方便的操作方式和较高的通过能力。

(3)可利用主机或配接专用的管理机及大屏幕监视器、打印机、绘图仪等外围设备,提供完善的运行监视和管理功能。如:机车车号及运行实绩跟踪监视;车辆丢车监视;车速监视;系统设备诊断;轨道运输生产运行统计;图表文件的生成及存档;运输工效、事故记录、设备维修统计及分析等。

(4)用户可方便地设置工作方式和修改工艺流程,以适应采区延伸,线路维修,事故处理等进行的运输线路变更或扩大控制范围。对微机型系统,用户设计只需向计算机输入进路连锁表及相关表格。

(5)可与矿级生产监控系统联网,实现全矿协调生产及科学管理。

综合中国及世界先进采煤国煤矿井下轨道运输技术最新成就,当代技术发展趋势是:

(1)从传统的信号调度向信号调度及运行监视、生产管理综合系统发展,并与矿井生产监控系统联网,开发运输调度管理专家系统进行高层次生产决策。

(2)进一步采用微电子、信息技术、计算机技术,实现系统关键设备的智能化,结构上进一步模块化和规范化,使系统可进行直观维护。

(3)现场远端控制设备、传感器及执行器将更多地采用本质安全防爆技术,以适应高沼矿井和瓦斯与煤尘突出矿井使用。

(4)用红外、无线电、微电子及电力半导体新技术、新元件开发新一代具有高可靠性的车辆检测传感器及车号识别、自动停车装置、道岔控制器、机车自动行车检测等轨道运输监控系统辅助配套设备。

(5)整个系统的远端控制设备以网络形式联接,而其本身又能在各自的控制区域内独立工作。

(朱永淦 李 锋 邓国华)

jingxia jingdian

井下静电 (underground electrostatic) 在煤矿井下以电荷形式存在的, 相对于观察者是静止的电荷。它一般存在于用高分子材料制造的设备及对地绝缘电阻较高的物体上。

简史 20 世纪 50 年代中期开始, 西方主要采煤国及日本等国的煤矿井下曾多次发生静电引爆瓦斯的灾害事故。中国煤矿井下在 80 年代初也曾发生过数次静电引爆或燃烧瓦斯及电击操作人员等灾害事故。所以国外在 50 年代后期开始研究“井下静电”问题。中国从 70 年代中期也着手研究这一课题, 设法采取各种静电防护措施来杜绝或减少静电灾害事故的发生。

静电的形成 不仅摩擦产生静电, 而且当两种物质紧密接触后再分离时就可能产生静电。因各种物质的一个外层电子脱离物质表面所需要的最小能量 (亦称逸出功) 不同, 当两种物质接触时, 电子从逸出功小的一方逸出功大的一方转移, 在接触面上出现了接触电位差。这时逸出功小的一方失去电子出现正电荷层, 逸出功大的一方获得电子出现负电荷层, 在接触面上形成了双电荷层。当这两种物质再分离时, 则一种物质在原先的接触面上带上了正电荷而另一种物质就带上了负电荷, 即产生了静电荷。两种固体物质相距不超过 $25 \times 10^{-8} \text{mm}$ 时, 可认为是紧密接触, 分离时就可能产生静电。金属材料也同样可以产生静电, 但它是良导体, 产生的静电荷往往沿着某一通道迅速流动而泄漏。然而, 处在对地绝缘状态较好的金属其产生的静电没有泄漏通道就会积聚在金属的表面, 使金属带上了静电荷。所以材料的电阻率, 特别是固体材料的表面电阻率对于静电的泄漏有很大影响, 当电阻率不大于 $10^9 \Omega \cdot \text{mm}$ 时就容易泄漏。

有时同一物质相互摩擦时, 由于摩擦的方向或摩擦物件的温度不同会产生静电。当物质在强电场的感应或极化作用下同样会产生静电。有些带有结晶组织的物质在增加压力或温度变化时也会产生静电。

静电危害 静电产生的电火花会引起井下瓦斯燃烧、爆炸的严重灾害。如使用于井下的塑料瓦斯抽放管、喷浆管及橡胶—塑料输送带等高分子物体和一些处于对地绝缘状态的金属机械设备, 在使用过程中由于摩擦而产生较高的静电电位, 由此引起的静电火花放电, 就有可能引燃或引爆瓦斯。

触及带有较高电位静电的物体时还会产生人体电击、跌倒撞伤。如碰到开关操作机构时还会引起误操作等事故。操作人员穿化纤工作服及胶靴、塑料安全帽等物件工作时, 人体会产生静电。此时如接近和接触电气设备中的电子元器件, 由于静电放电, 有时会损坏电子

元器件而引起电气设备误动作等事故。带有静电的人体接触火药雷管时, 还有可能引起火药雷管爆炸。

高电压旋转电机产生的静电可能使其定子线圈端部绝缘层被击穿。

因静电放电或静电力作用, 导致发生危险或损害的现象称静电事故。因静电放电而导致的比较大或人力无法抵御的危害, 如火灾、爆炸、人体静电电击和二次事故等称静电灾害。

静电测量 静电测量包括静电电位值、电荷量、电场强度等基本物理参数的测量, 以及影响介质材料起电、带电及电荷转移变化规律的介质材料绝缘性(电阻值)、电容量、介电常数和放电时间常数的测量。测量时要注意对试样、测试电极的清洁处理及对测试电压、频率的选择。静电受环境的温度、湿度影响较大, 尤其是环境的相对湿度, 因此除了生产现场的实地测量外, 静电测量时要恒温、恒湿。通常在温度为 $25 \pm 5^\circ\text{C}$, 相对湿度为 $65 \pm 5\%$ 的环境中进行。静电电位值、静电电荷量的测量最好使环境中的相对湿度控制在 50% 以下。

静电电位值测量 导体静电电位值一般采用输入阻抗为 $10^{12} \Omega$ 以上的静电电压表直接测量。高分子等非导体静电电位值只可采用非接触式间接测量, 一是采用基于静感应原理的直流放大式静电电位计或交流放大旋转扇形片式和振电电容式静电电位计测量, 二是采用基于放射性同位素电离空气原理的集电式静电电位计测量。

静电电荷量测量 静电电荷量(库仑)通常采用法拉第筒法。把带电物体扔入法拉第筒中, 测出内筒的电位值 V 。而每台法拉第筒均可在测量前测出其固定的电容值 C , 则可计算静电电荷值 Q ($Q = CV$)。

防静电危害措施 防静电方法很多, 主要有静电接地、增加环境相对湿度、增大材料的体电导及表面电导, 中和或消除静电等。

静电接地 仅适用于表面电阻率在 $10^{10} \Omega$ 以下的物体。即使物体与大地之间构成电气上的泄漏电路使物体处于接地状态, 这样物体上产生的静电泄漏到大地不会积聚, 静电电位就不会上升, 避免了静电火花放电现象, 同时又可防止带电物体附近的物体受到静电感应而带电。在标准环境条件下, 接地电阻应 $\leq 100 \Omega$ 。所以煤矿井下所有金属物体及抗静电橡胶塑料制品均要使其接地或使其处于接地状态。为了保证整个金属管路处于接地状态, 管路全线应有电气连接。对于抗静电橡胶, 塑料软硬管道和风筒也应如此连接。支撑、夹紧这些管道、风管的金属管撑、夹头和管接头、风筒接头也应接地。

增湿 增加环境中的相对湿度使带电体表面形成薄的水膜,利用水膜中的杂质与溶解物使带电体表面电阻降低,加速静电的逸散和泄漏。环境相对湿度宜保持在70%以上。但增湿对一些不易被水润湿的非极性物质和聚氯乙烯、聚四氟乙烯、纯涤纶等是无效的,另外由于增湿而影响产品质量的也不宜采用。滚筒采煤机、运输机容易扬起煤尘的地方使用了水喷雾装置,减少煤尘飞扬也就减少了这些带电的小颗粒。同样掘进作业采用湿钻头也可减少岩尘的飞扬,增加了环境相对湿度,可以加速静电荷的逸散和泄漏。

增大物质的电导 将金属粉、导电碳黑或抗静电添加剂掺入橡胶、塑料等非导体物质中,用金属丝、导电性纤维、抗静电纤维编织进化纤织物中或用金属网、导电碳黑复合到橡胶制品的表面可大大增加该物体的电导即可降低电阻率。一般情况下,表面电阻不超过 $10^9\Omega$,恶劣的工作条件下,不超过 $10^6\Omega$ 就可有效地防止静电危害的出现,故煤矿工人戴的安全帽、穿的工作服、工作靴均应采用抗静电制品,以避免人体带静电。井下使用的输送带、导风筒、风帘布、喷浆管、压风管、瓦斯抽放管等橡塑制品,也均应采用抗静电制品。

中和法消除静电 可用自感应、高电压、同位素或离子流等方式的各种静电消除器产生的电子或离子流,使带电物体上的静电荷得到相反符号电荷中和,从而消除静电的危害,但上述静电消除器除同位素方式外,均要考虑消除器本身的防爆问题故一般难以采用。

参考书目

鲍重光,《现代静电技术》,万国学术出版社,1988年。

扬有启,《静电安全技术》,化学工业出版社,1983年。

周锡忠,《静电实验》,上海科学技术出版社,1984年。

(王文召)

jingxia kuangyong diya diandongji

井下矿用低压电动机 (low voltage motor for underground mining) 额定电压在1140V及以下,使用于煤矿井下的电动机。矿用低压电动机除极少数为用于通风良好处所的矿用一般型电动机外,绝大多数为适用于有瓦斯和煤尘爆炸危险场所的矿用隔爆型电动机,电动机电压为127V、380V、660V及1140V。

矿用低压电机多数为采掘工作面机械配套用电动机,一般具有以下4方面特征:

(1)电动机绝大多数为矿用隔爆型,适用于有瓦斯和煤尘爆炸危险的矿井中,机壳与外露零部件坚固,适于井下搬运与煤岩冲撞。防护等级中,电机外壳一般为IP44,接线盒为IP54,严酷条件下为IP55,可保证煤

尘、油污不侵入电机机体内。

(2)安装方法。泵用电动机为卧式底脚安装,其它多为法兰连接居多。采煤机与掘进机用电动机,其机体常构成驱动机械的一部分,外形及连接安装方式随整机需要而改变。例如液压牵引采煤机用电动机,机体为长方体结构,前后两侧均有出轴与整机截割、牵引部连接,掘进机用截割电动机常构成截割臂的一部分,呈长圆柱体法兰连接结构。

(3)电动机冷却方法。掘进机除截割电动机为外壳水冷外,其辅助电动机多为外壳自然冷却,散热筋呈环状排列,以利于除尘、外扇风冷电动机。除散热筋、风扇罩有足够机械强度以防岩、煤砸撞外,风扇进风口需设加固的网筛,以防煤块进入;散热筋要有适宜的间距,以利于煤法的清除。功率较大的电动机多为外壳水冷结构,既利于电动机良好散热,也利于工作面的环境温度控制。

(4)绕组匝间绝缘。端部包扎与绑固须适应全电压起动、频繁起动、点动的要求,要能承受操作过电压的冲击面不损坏匝间绝缘,绕组温升裕度与起动时的外温速度须适应所驱动机械工况的需要。为使电动机过载时不易损坏,绕组端须埋设温度保护元件。焊接鼠笼转子须从结构与工艺两方面保证导机械强度,防止受振磨损而损坏。

(杨鸿方)

jingxia kuangyong gaoya diandongji

井下矿用高压电动机 (high voltage motor for underground mining) 用于煤矿井下,额定电压在3kV及以上的电动机。一般用于驱动水泵、绞车、带式输送机以及大功率采煤机与刮板输送机等。电压等级包括3.3kV、6kV及10kV(中国)。

技术特征 井下矿用高压电动机根据使用场所制成相应的防护等级和防爆类型,并分别按相应的规程和技术条件进行设计、制造和检验。井下矿用高压电动机的外形尺寸和安装方式主要取决于主机的要求,除水泵等可采用常规设计外,大多数需要特殊设计。由于井下环境条件恶劣,电动机的外壳,接线盒的外露零部件要坚固,经得起碰撞。井下比较潮湿,因而绕组绝缘应具有良好的耐潮与防电晕性能。

分类

按防护与防爆类型可分为3种类型:

(1)矿用一般型电动机。用于煤矿井下无瓦斯、煤尘爆炸性危险场所。电动机具有良好的耐潮性能,外壳防护等级一般不低于IP54(井下无滴水 and 粉尘浸入的硐室,允许使用IP23)。

(2) 矿用增安型电动机, 额定电压不高于 11kV, 在正常运行条件下不会产生火花, 电弧或可能点燃爆炸性混合物的高温, 并采取措施提高安全程度, 避免在正常或认可过载条件下出现这些现象, 保证电机的安全运行。

(3) 矿用隔爆型电动机, 具有隔爆型外壳, 能承受内部爆炸性气体混合物的爆炸压力, 并阻止内部爆炸向外壳周围爆炸性混合物传播。

按所驱动的机械可划分为 5 种类型:

(1) 水泵用高压矿用电动机。电压为 6kV 或 10kV, 多为交流三相笼式异步电动机。

(2) 绞车用高压矿用电动机。电压为 6kV, 为交流三相绕线转子异步电动机。只有少数矿井中有此高压设备。

(3) 带式输送机用高压电动机。电压为 6kV, 多为隔爆型交流三相笼式异步电动机。

(4) 采煤机用高压电动机, 电压为 3.3kV, 为隔爆型水冷交流三相笼式异步电动机。

(5) 刮板输送机用高压电动机。电压为 3.3kV 为隔爆型水冷交流三相笼式异步电动机, 并有单速与双绕组双速两种类型。

选用 选用井下高压矿用电动机除遵循矿用电动机的选用原则外, 应注意以下 4 点:

(1) 须满足矿井安全与防爆要求, 根据煤矿安全规程的规定, 依安装处所的通风与瓦斯情况, 选用适宜防护类型的电机, 同时要结合硐室状况选用。

(2) 依据驱动设备的负载工况, 选用性能相适应的电动机。

(3) 依据经济合理的原则选择电压等级。一般采用 6kV, 如从整体考虑 10kV 可达到经济合理与安全要求, 则可选用 10kV。回采工作面机械用高压电动机, 为保证安全, 中国采用 3.3kV。

(4) 高压电动机为煤矿井下大型设备, 水泵电动机为连续运行设备, 为节约电能, 应注意选用高效率电动机。

(石朝龙)

jingxia peidian dianya dengji

井下配电电压等级 (voltage class of underground power distribution system) 电能是煤矿井下主要动力源, 把电能分配到井下不同地点、不同负载的用电设备和器件上的各级电压构成了井下配电电压等级。

中国煤矿井下交、直流电压等级见表 1。

煤矿井下配电电压(尤其是采区供电电压)与采煤

表 1 中国煤矿井下交、直流电压等级

种类	额定电压	主要用途
AC	10000、6000	下井供电电压
	3300	高产效工作面供电
	1140	综采、高档普采工作面, 综采大皮带运输供电
	660	机采工作面, 机掘供电
	380	炮采工作面等小型设备供电
	220	井底车场、总进风巷和主要进风巷的照明供电
	127	手持电动工具, 照明、通信、控制电压
DC	36	控制、局部照明
	250、550	架线电机车电源电压
	144、140、132、120、110、96、90、88	蓄电池电机车电源电压

方式(采煤、掘进、运输机械化程度尤其是采煤机械化程度)直接相关。50 年代, 中国煤矿井下主要采用打眼放炮落煤、人工装煤方式, 电机单机容量一般小于 50kW, 因而煤矿井下采用 380V 供电。60 年代, 普采机械化得到发展, 单机功率 50~80kW 以上的中型采掘运机械开始出现, 设备总容量达到 300~400kW 以上, 煤矿井下采区供电电压由 380V 升到 660V。660V 供电满足了普通机械化采煤的要求(见 660V 供电系统)。70 年代, 在发展普通机械化的同时, 综合机械化采煤得到较快发展, 电机单机功率达 150~200kW 以上, 综采工作面动力设备总容量达 1000kW 以上, 中国煤矿井下采区供电电压再次升到 1140V。然而在 60~80 年代, 随着采煤机械化的迅速发展, 世界各主要采煤国家的井下采区供电电压已经历了二次升压过程。60 年代末, 随着开采集中化、采煤综合机械化的发展, 各国纷纷采取措施提高采区供电电压至 900V 左右(865~1140V, 个别为 1500V); 80 年代初, 随着开采进一步集中化, 日产万吨以上高产高效工作面的出现, 电动机单机功率高达 400~600kW 以上, 因而有关国家又将原 1000V 左右供电电压升高到中压(2300~3000V)。1992 年中国也已开始试验研究将煤矿井下采区供电电压再次升高到 3300V 的工作。世界各主要采煤国煤矿井下采区供电电压升高情况见下页表 2。

目前, 中国煤矿井下配电电压已形成较合理的电

表 2

国 别	采区供电电压 (V)			简 要 说 明
	60 年 代前	第一次 升 压 60~70 年 代	第二次 升 压 80~90 年 代	
美 国	550	950 (2300、 4160)	2300 4160	括号内电压当时 使用在短壁工作面
英 国	550	1100	3300	
德 国	550	1000	5000、 3300	原东德及东欧其 他国家电压等级与 前苏联一致
澳大利亚	415	950	3300	
日 本	500	1000 (1100) 1500	3300	
法 国	500 (525)	1000 (910)	5000	
前苏联	380 660	1140		
波 兰	500	1000	3300	
中 国	380	660、 1140	3300	1992 年开始研究 3300V 供电

压等级,一般是 6kV 下井(特大型矿井和中小型矿井有采用 10kV 下井),采区供电电压普遍推广 660V(中小型煤矿还存在 380V),1140V 主要用于综采工作面。照明及手持工具仍采用 127V,从节能和提高生产效率考虑,世界各主要采煤国均已采用 220V 等级对各种电动工具及照明通信供电,并已列入安全规程。井下架线机车采用直流 250V 及 550V。蓄电池电机车根据机车吨位采用不同电压,不同容量的蓄电池电源。采区各电压等级大致适用范围见表 3。

表 3 采区电压等级适用范围

电压等级 (V)	适用采 煤方式	采区动力 设备总容 量 (kW)	单机最大 (kW)	双机最大 (kW)	日产煤量 (t)
380	炮采	500 以下	60~80		~500
660	机采	500~ 1000	150~ 200	2×150	~1000
1140	综采	1000~ 1500	300~ 400	2×300 2×375	1000~ 3000
3300	高产高效	2000~ 3000 以上	400~ 600	2×400 2×600	5000~ 7000 以上

(黄伯翔)

jingxia youxian yinpin tongxin

井下有线音频通信 (underground wire audio-frequency communication) 井下局部生产环节利用音频电缆传输音频信号的通信。音频传输一般不加调制,原始语言信号加以放大后直接送到用户,用户接收后经放大推动终端。音频通信除传输语言信号外,采用复用技术也可传输监控信号。通过改变随路信令可以派生出各种型式的音频通信设备,构成井下特种电话机。

80 年代相继开发的井下音频通信设备大体上分为有选择呼叫与非选择呼叫两大类通信产品。非选择呼叫通信指呼叫时接入系统中的所有话机都响应;非选择性呼叫可分为可控的扩音与非可控的扩音,可控扩音是指在呼叫者控制下使接入系统的话机同时扩音广播,而讲话时,可使其他话机不扩音,此种电话又称扩音传呼电话或联络电话。非可控的扩音又称扩音电话,主叫讲话时,其它设备都扩音播放。上述两种方式,在呼叫时均“一呼百响”,会分散作业人员的注意力,因此选择性呼叫通信设备应运而生。选择性呼叫只是被选叫话机才响应,响应方式分扩音选呼、振铃、闪光等。中国煤矿通常使用的扩音选呼又称为选号式扩音电话,多路选呼称为多功能电话。扩音选呼是指被叫话机被选中后,该话机可以处于扩音状态,多路选呼是将程控交换技术移至话机内,每句话机有一个微处理器,自动实现绳路选择。

井下音频通信近几年在中国得到充分开发,各类品种基本齐备,其特点如下表:

电话类别		功能特点与通话方式
选择性呼叫	扩音选呼	可全线扩音传呼也可主叫选择被叫以扩音方式广播 双工对讲
	多路选呼	全线扩音传呼,允许同时有多台主叫选择呼叫,单台分机可扩音、振铃或闪光 双工对讲
非选择性呼叫	可控扩音呼叫	全线扩音传呼 双工对讲时,其它话机可不扩音
	非可控扩音呼叫	分布式 每个分机内带电池为功率放大器供电 单工对讲
	集中式	用一个集中放大器推动沿线各台分机喇叭 单工对讲

(郭成伟)

jingxia zasan dianliu

井下杂散电流 (underground stray current)

在煤矿井下各生产场所的杂散电流。杂散电流指任何不按指定通路而流动的电流。如大气雷电引入井下、电力系统三相不平衡、井下电机车直流供电系统因回流不好,均能产生不同程度的杂散电流,其中电机车运输系统中的杂散电流最为严重。

杂散电流的产生

大气雷电引入井下 大气雷电能以行波或电磁感应方式,沿着下井金属轨道、水管等导体侵入井下。当发生雷击避雷针或地面设施时,还能经地闪通道引入井下,详见井下大气过电压。

电力系统三相不平衡 井下电网在正常运行时,由于电源电压及三相对地阻抗并不完全相等,此时井下煤层中也会有较小的零序电流通过。

直流杂散电流 在井下电机车运输系统中,钢轨除支持车轮在其上滚动外,同时又作为导电体,即电机车的负荷电流是经过钢轨返回电源的。由于钢轨与大地等不是绝缘的,所以总会有一部分电流流散到大地或流散到金属管路和电缆外皮,最后返回牵引变电所(图1)。

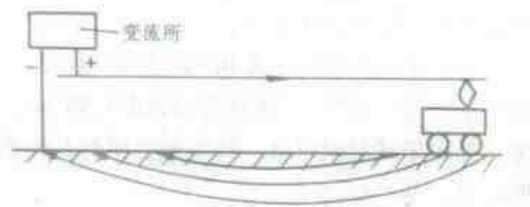


图1 直流杂散电流产生的原理

当轨道接缝只有鱼尾板连接,无电气连接时,杂散电流在电机车负荷电流中能达到很大的比例。杂散电流随着轨道与底板间接触电阻的减少、轨道电阻的增加,杂散电流所占负荷电流的比例就越大。杂散电流在运输巷道中的分布规律如图2所示。

轨道对地电位的变化曲线(图2)。在负荷端轨道的电位高于大地,一部分负荷电流流入大地,因此杂散电流又从大地流入轨道。大地中流过的杂散电流随着测定位置不同,其大小也有所变化。杂散电流是个随机事件,其数值大小,存在时间和流经地点是无规则的。如扩散到采煤和掘进工作面,将危及矿井和人身安全。

直流杂散电流的危害

引起雷管早爆 采区上山的轨道与运输大巷相连,并通过回风平巷铺设到采煤工作面,轨道具有正

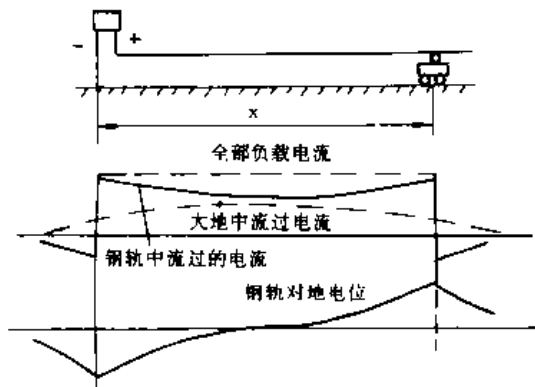


图2 直流杂散电流的分布规律

电位,因此杂散电流通过轨道到采煤工作面。雷管的两根导线,如果一根碰轨道,一根碰地线时,就有杂散电流流过雷管。当电流值超过引爆电流值时,就可使雷管引爆。

引起瓦斯爆炸 距运输大巷较近的掘进工作面,如果掘进巷道的轨道与运输大巷的轨道不加绝缘板时,其杂散电流的数值很大,有时高达5A以上,如果掘进工作面的瓦斯浓度达5%~15%时,其产生的电火花,就有可能引起瓦斯爆炸。

引起井下采区煤仓着火 在高瓦斯矿井的采区煤仓处的杂散电流,有时可高达几十安培,由于装车点的轨道与运输大巷的轨道是相连的,因此当煤仓的闸门打开时,所产生的高能量电火花,会引燃瓦斯引起井火灾事故。

引起人身触电 由于采区煤仓下面的轨道与运输大巷的轨道相连。电机车的架线也拉到采区煤仓附近。当煤仓下面的矿车放满煤时,需要向前移动一个矿车位置,电机车要移动一下,这时采区煤仓的放煤工人,两脚站在轨道上,两手扶着采区煤仓阀门的手柄,人的身体处于轨道与煤仓外壳之间,其间的电位差可达75V(山西煤矿的测试结果),对于人体是非常危险的。

引起金属腐蚀 在井下运输巷道中,铺设有高压电缆和金属管道。井下非常潮湿,井下水又多为酸性,由于电解作用而腐蚀金属,井下运输巷道中的管线是杂散电流的良好通道。在回电点附近,电流从管线中流出而成为阳极区,电流的流出点使管线受到腐蚀,根据计算,每1安培杂散电流每年能腐蚀33.96kg铅,9.11kg铁。可以看出杂散电流对金属的腐蚀是很严重的。

引起漏电继电器误动作 进入采区的杂散电流,可以通过低压橡套电缆网络对地绝缘进入电网,再通

过漏电继电器的三相电抗器、零序电抗器、继电器再回到大地。与漏电继电器的工作电流叠加而使漏电继电器发生误动作。这种现象一般仅发生在运输大巷附近的采区变电所内。

直流杂散电流的防治方法

(1) 缩短供电半径 缩短供电半径,可降低牵引电网的电压降,因此减少了杂散电流。一般把牵引变电所设置在架线区间的中央,或者多设牵引变电所供电,以缩短供电半径。

(2) 焊接长轨,减小轨道接缝电阻值 降低轨道接缝电阻值,使大部分负载电流通过轨道,是减少杂散电流的关键措施。新钢轨如果焊接成长轨,杂散电流有显著降低。

(3) 安装绝缘道夹 安装绝缘道夹板的目的是把掘进工作面的轨道和采区轨道与主要运输巷道的轨道隔开,这样可以避免杂散电流流入采掘工作面。

直流杂散电流的测量 直流杂散电流是个随机事件,很难掌握规律。测量时要用假设负载的办法,使之出现最大杂散电流进行测量。掘进工作面杂散电流的测量,是把电机车开到掘进工作面附近,使之处于制动状态,这时电机车的负荷电流最大,使掘进工作面附近的杂散电流达到最大值。要用专用仪表(矿用杂散电流测定仪)进行测量。仪器的一端接轨道,一端接地线(开关、电动机的外壳或高压电缆的外皮)便可测出最大杂散电流值。

参考书目

王志宏,《杂散电流及其防治》,煤炭工业出版社,1986年。

(王志宏)

jingxia zhaoming

井下照明 (underground lighting) 根据井下环境和视觉的要求,设计、制造符合特定要求的照明灯具和装置,选择合理的照明方式,为矿井创造良好的安全工作环境。

简史 按照明灯具采用的光源不同,可将井下照明分成两大发展阶段,即以燃料燃烧发光明阶段和电光源照明阶段。19世纪前,井下照明主要采用油灯、电石灯照明,也有以燃松木条、麻束等照明的。中国最早文字记载的矿井井下照明有明《天工开物》银篇“采工簪灯”和李时珍《本草纲目》金石部采煤图中的悬挂式加罩油灯。由于明火照明极易引起井下火灾和瓦斯爆炸,1815年英国在有瓦斯的矿井中开始使用油作燃料的安全灯,1884年中国部分煤矿中也开始使用安全灯。1920年出现了以蓄电池为电源的矿灯,井下照明才有了根本改善。随着矿灯的普遍使用和井下电气照

明的发展,井下以燃料燃烧发光的照明渐渐被电光源照明所取代。中国于20世纪30年代在少数矿井中开始使用蓄电池矿灯和电气照明,1949年后普遍采用蓄电池矿灯和电气照明。至20世纪80年代中期,中国煤矿井下的电气照明主要采用以白炽灯和普通直管形荧光灯为光源的照明灯具,80年代后期,各种类型的节能照明灯具开始用于井下。

主要内容和要求 井下照明包括:照明光源、照明灯具、照明方式、照明电源、照明计算。井下照明的基本要求是:照明质量好、光效高、省电、安全可靠、坚固耐用且便于安装、使用和维护。中国国家标准《爆炸性环境用防爆电气设备》和中国《煤矿安全规程》分别对井下照明灯具的设计制造和井下各主要地点的照明要求有具体的规定。

照明光源 用于煤矿井下照明的人工光源,主要采用电光源(即将电能转换为光能的光源)中的热辐射光源和气体放电光源。

(1) 热辐射光源 利用物体通电加热至高温时辐射发热原理制成。特点:结构简单、使用方便。常用的有白炽灯和卤钨灯。

(2) 气体放电光源 利用电流通过气体时发光的原理制成。特点:发光效率高、寿命长、光色品种多。常用的有荧光灯和高压汞灯。

照明灯具 符合井下使用条件的矿用灯具。按结构类型分矿用一般型、矿用增安型和矿用隔爆型;按使用方式分固定式照明灯具、移动式照明灯具和携带式照明灯具(见矿灯)。

(1) 矿用一般型照明灯具 照明光源主要采用白炽灯泡,其透明保护罩与外壳间有性能良好的橡胶垫圈,使保护罩与外壳压紧,达到密封、防水、防尘目的。

(2) 矿用增安型照明灯具 照明光源选用范围受到有关国家标准的限制。其中,以白炽灯为光源的设有特制的隔爆小室和灯具连锁装置;以荧光灯为光源的通常采用无启辉器的冷启动点燃方式。灯具透明保护罩的材质一般为玻璃,也有采用透明塑料的。透明保护罩与外壳间亦有性能良好的橡胶垫圈,使两者压紧,达到密封、防水、防尘目的。

(3) 矿用隔爆型照明灯具 有隔爆结构,其外壳和透明保护罩能承受住灯内瓦斯爆炸所产生的压力,并利用隔爆间隙的泄压和冷却火焰作用达到隔爆目的。

照明方式 通常分为一般照明、局部照明和混合照明。选择合理的照明方式,对改善照明质量,提高经济效益和节约能源等有重要作用。

(1) 一般照明 用于要求照度基本上均匀和不宜

设置局部照明的场所。通常由对称排列在顶棚的若干照明灯具组成,被照场所可获得较好的亮度分布和照度均匀度。

(2) 局部照明 用于要求高照度水平和有照射方向要求的局部地点。通常将照明灯具装设在这些地点工作面的上方,以满足其照明要求。

(3) 混合照明 由一般照明和局部照明组成的照明方式。用于照度要求较高并需要有一定可变光的方向照明的场所。

照明电源 井下照明电源有两种:馈电网络供电和蓄电池供电。前者供电电压一般为127V,需通过干式照明变压器(见照明变压器综合保护装置)供给,后者供电电压一般为36V。

照明计算 根据井下照明的照度要求进行照度计算,是矿井照明设计的步骤之一。适用于井下照明度计算的方法有:单位容量法、利用系数法和逐点计算3种。

(1) 单位容量法 适用于照明灯具均匀布置场所的一般照明计算。计算公式为:

$$W=P/S$$

式中 W 为每单位面积的安装功率, W/m^2 ; P 为全部灯具的安装功率, W ; S 为被照面积, m^2 。

(2) 利用系数法 用以计算包括直射光和反射光两部分所产生的照度。适用于灯具均匀布置的、利用墙壁和天棚为反射面的场所的一般照明计算。计算公式为:

$$\phi = E \cdot S / (N \cdot u \cdot K)$$

式中 ϕ 为单个照明灯具的光通量, lm ; E 为工作面的长时平均照度, lx ; S 为工作面面积, m^2 ; N 为照明灯具数; u 为灯具利用系数; K 为维护系数。

(3) 逐点计算法 计算时仅考虑直射光产生的照度,可计算照明工作面上的水平照度、垂直照度、倾斜面照度等,很适用于井下地域狭小、煤尘沾污、岩石反射系数极小的工作面、装车场等场所的照度计算。

发展趋势 井下照明的发展将趋向系列化和标准化。节能型光源(如紧凑型节能荧光灯)和节能型灯具(如采用电子镇流的荧光灯具)将获得推广使用。鉴于井下照明的馈电网络供电电压由127V上升到220V可以带来以下两方面好处:①减少照明线路的电压损失,从而可加大供电距离,充分利用照明变压器的额定容量、提高照明质量和节省投资;②与地面220V照明供电电压统一,以更直接和方便地把地面照明的各种先进照明光源和照明灯具引入井下,加快井下照明的发展速度。国际上一些原来采用127V井下供电电压的国家(如波兰)已将它上升到220V,中国也正在向

这方向努力。

参考书目

韦课常,《电气照明技术基础与设计》,水利电力出版社,1980。

陈大华,《现代光源基础》,学林出版社,1987。

Donald A. Trotter, The Lighting of underground mines, trans Tech Publications, 1982.

(乐卫良)

jingxia zhubiandiandiansuo

井下主变电所 (underground main substation) 又称井下中央变电所。井下井底车场或主要生产水平的变、配电中心。单一水平生产的矿井一般设一个井下主变电所,多水平生产的矿井每个水平设一个井下主变电所,少数负荷很大的矿井在一个水平可分设两个井下主变电所。井下负荷很小的矿井,如井下均为低压设备且负荷容量很小,井下也可以只有配电点。

设备组成 变电所内的设备有动力变压器、照明变压器、高低压开关柜、低压馈电开关、检漏继电器及照明灯具等。当与整流变电所联合时,还有整流变压器和整流柜。各种设备的选择除满足电压、容量等基本要求外,还须符合煤矿有关规定:在煤(岩)与瓦斯突出矿井中,高、低压电气设备及照明灯具须选用矿用防爆型,在瓦斯矿井中,高、低压电气设备选矿用一般型;照明灯具在低瓦斯矿井中选矿用一般型,在高瓦斯矿井中选用矿用防爆型。

电源路径 电源电缆至少要有两根。负荷大的矿井需有两根以上电缆。电源电缆从地面变电所引来。立井开拓的矿井,电源电缆经副井井筒引入井下主变电所。斜井开拓的矿井,电源电缆经过设有机械提升的斜井井筒引入井下主变电所,但当技术经济比较有利时也可经过钻孔将电缆引入井下。平硐矿井的电源电缆一般经平硐引入,但如平硐较长且离地表较浅时也可经钻孔将电缆引入。

对于多水平生产的矿井,各水平井下主变电所的电源电缆可分别引自地面变电所,也可自上一水平的井下主变电所引来,或者一部分电缆直接引自地面变电所而另一部分引自上一水平的井下主变电所。这几种方式的选择视各水平的负荷情况而定。

接线系统 接线系统要求安全可靠、操作方便。高压系统的进线及馈出线均应设断路器。高压母线通常采用单母线分段系统,两段母线间设联络断路器,正常时分列运行,故障时切除故障线路,合上联络断路器。通常每段母线接一根进线,进线多时也可将两根以上

进线并接在一段母线上。有两根以上进线时,也可采用多段母线系统,每段母线上接一根进线,各段母线间设联络断路器,正常时各段分列运行。两种系统相比较,单母线分段系统的母线段及联络断路器少,变电所的长度较短,但当进线故障时影响面广,恢复供电时间长,操作较复杂,而多段母线系统的优缺点正与之相反。不论采用何种系统,各类高压负荷应尽可能均匀分配在各段母线上。

变压器低压侧经出线馈电开关接至低压母线。低压馈出线可采用低压开关柜或馈电开关,多台变压器的低压母线各自单独供电或母线间设联络开关分列运行,视情况决定。

硐室构造 井下主变电所硐室应砌碇或用其它可靠的构筑方式支护。硐室必须装设向外开的防火铁门,铁门全部敞开时不得妨碍巷道交通。铁门上应装设便于关严的通风孔,以便必要时隔绝通风。装有铁门时门内可加设向外开的铁栅栏门,但不得妨碍铁门的开闭。从硐室出口防火铁门起 5m 内的巷道应砌碇或用其它不燃性材料支护。硐室长度超过 6m 时必须在硐室的两端各设一个出口。硐室的地面应比其出口与井底车场(或大巷)连接处的底板标高高出 0.5m。装有带油的电气设备的硐室严禁设集油坑。

设备布置 井下主变电所内电气设备的布置应考虑下列各点:

(1)设备和墙壁之间应留出 0.5m 以上的通道,各项设备相互之间应留出 0.8m 以上的通道。如果不需从后面或两侧进行检修的设备可不留通道。

由于设备的型式不同,布置中的距离也有不同,防爆型设备不允许在井下检修,其距离只要便于安装和搬运即可,而矿用一般型高、低压开关柜就需考虑检修维护的方便。两列相对布置的开关设备间,通道的距离要考虑到设备搬运和操作的方便。

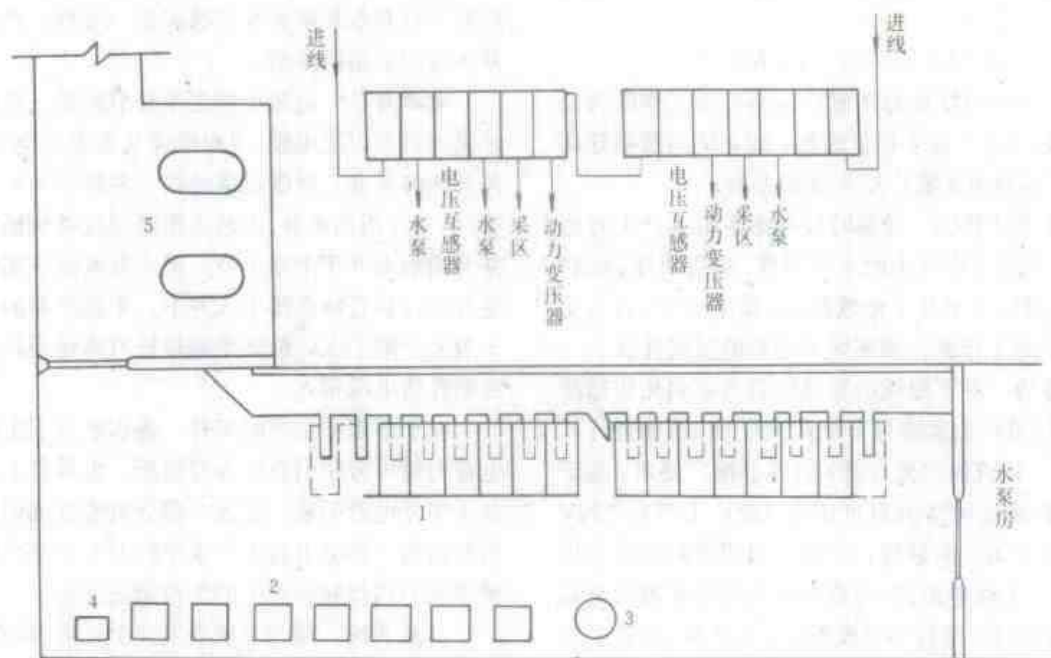
(2)布置设备时应留出一定的备用位置,一般可按所装设高压开关柜数量的 20% 考虑。备用位置应分别留在每段母线的开关柜旁,当有多段母线时,通常在分段开关柜间留有通道,低压开关也留有适当的备用位置。

(3)设备之间的电气连接,除在开关柜内(包括紧邻开关柜的电气连接母线)可用母线连接外,必须用电缆连接。高压电缆一般应设在电缆沟中,低压电缆可以悬挂在墙壁上。

(4)硐室长度随高压母线段数及设备的型式和数量而定。为了缩短硐室长度,一般采用双列布置,只有在设备台数较少,低压开关采用配电盘时,才采用单列布置。

(5)所有电气设备外壳必须接地,接地母线沿硐室内壁敷设,并引至设在主排水泵吸水小井内的井下主接地极。

设备布置如图所示。



井下主变电所高压系统及设备布置示例图

1—高压开关柜; 2—低压开关柜; 3—照明变压器; 4—检漏继电器; 5—动力变压器

参考书目

顾永辉等编,《煤矿电工手册》,煤炭工业出版社,1981年版。

(郝继荣)

jingxia 1140V gongdian xitong

井下 1140V 供电系统 (underground 1140V power supply system) 煤矿井下综合机械化采掘工作面中额定电压为 1140V 的供电系统。系统构成如下页图所示。通常情况下 1140V 供电范围可扩大到综采工作面的所有用电设备(胶带输送机、液压泵站、小绞车等)。

简史 60 年代,随着滚筒采煤机组的出现,采区供电电压由 380V 升到 660V,以满足一般机械化采煤的要求(见井下 660V 供电系统)。70 年代,在发展高档普采的同时,综合机械化采煤得到较快的发展,国产采煤机组单机功率已达 150kW~200kW 以上,供电距离由过去 300~500m 增加到 700~800m 以上,660V 供电已不能满足综采发展的要求。1973 年,经论证确定中国煤矿井下采区供电电压由 660V 升高到 1140V,1975 年起,开始对 1140V 供电系统和千伏级电气设备(包括与之配套 6kV 高压配电开关、电缆和连接器)的研制工作。1979 年,1140V 供电系统在山西大同同家梁矿和河北开滦唐山矿进行工业性试验并取得了成功。80 年代开始在综采工作面及高档普采工作面推广应用 1140V 供电系统。至 1991 年,中国已有 254 个综采工作面基本上采用了国产 1140V 供电系统和电气设备。

1140V 供电系统的主要技术关键

(1) 综采工作面采用 1140V 供电系统的一个重要特点是 6kV 高压深入采区,因而研制了矿用 6kV 隔爆型真空配电装置,开发了隔爆型干式变压器,在 6kV 系统中取消了带油设备,并研制了监视型屏蔽高压橡套软电缆及简便可靠的电缆连接器(插销结构)和电子式选择性漏电、监视保护。整个 6kV 系统通过了 100MVA 的短路试验,解决了 6kV 高压进采区的安全问题。

(2) 1140V 供电系统也着重考虑了供电安全、可靠。1140V 系统全部采用分相屏蔽彩色护套的软电缆,配合快速漏电保护和漏电闭锁,在 1k Ω 接地时瞬时切断电源($\leq 0.2s$),以防止人身触电。并能较快判断漏电故障点或闭锁故障支路。移动变电站高压侧为负荷开关,并配有远方急停按钮(切断 6kV 电源),高低压开关间有电气连锁;变压器腔体内有温度保护;电磁起

动器的控制回路及漏电闭锁均为本质安全型,并具有各级故障显示功能。

(3) 充分考虑煤矿井下的恶劣的环境条件和工况条件,合理采用新技术、新材料、新工艺,提高相应技术指标。全面研制发展了有高分断能力的高低压矿用真空开关,探索并初步解决了真空开关的操作过电压和保护措施,使真空开关在煤矿井下得到迅速推广。电磁起动器增加了 JK4 电寿命指标,馈电开关和电磁起动器均能在 75%~110% 额定电压范围内正常工作,高低压系统均采用动作迅速、调整范围广,保护齐全的配合合理的电子保护装置;1140V 矿用采煤机及运输机电动机增加了耐油、耐水性、频繁操作和点动试验要求,以提高矿用电动机的可靠性和寿命。

(4) 6kV 高压电缆采用插接形式的连接器,便于拆装和移动,移动变电站的干式变压器可单独供应,便于不同情况下配套使用;500kVA 以下容量变压器二次侧有 1140V、660V 两种电压,300kW 以下电动机有 6 个出线头,可接成 1140V 或 660V 两种电压;1140V 开关全部采用快速开启门式结构和抽芯插件结构;电气设备设计中均考虑了标准化、通用化、系列化。

1140V 供电的优点

(1) 1140V 供电系统保证并加快了我国综合机械化采煤的发展,促进了开采集中化,大大提高了采煤效率。

(2) 提高输电能力。如输送功率及电缆截面不变,1140V 电压比 660V 电压可增加输送距离 3 倍。如电缆截面和长度不变,则可提高输送功率 3 倍。

(3) 提高供电质量,增加电动机起动转矩。而且还节约橡套电缆,以 1000kW 综采工作面装备计算,1140V 供电比 660V 供电可节约铜材近一半。

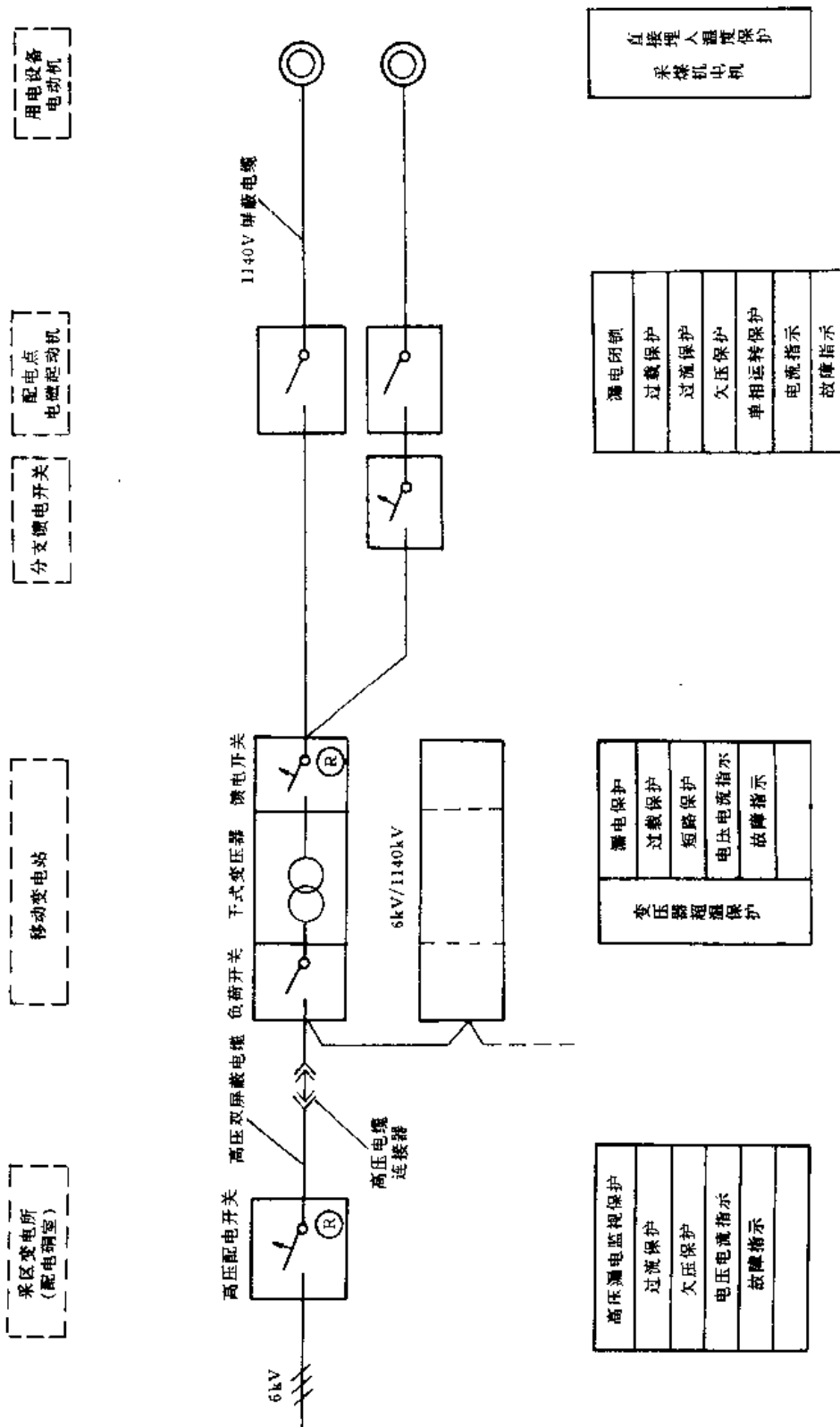
(4) 1140V 供电系统保护齐全,保护配合合理,提高、改善了采区供电和人身安全,大大减少了采区电气事故,提高了电气系统运行可靠性和生产效率。

(黄伯翔)

jingxia 660V gongdian xitong

井下 660V 供电系统 (underground 660V power supply system) 煤矿井下低压电气设备以额定电压 660V 供电的系统。一般由变压器(含移动变电站)、馈电开关、电磁起动器、电缆及其附件、电动机等设备组成。

60 年代以前,中国煤矿井下采用 380V 供电。1957 年曾进行 660V 供电的试验研究工作。60 年代初出现滚筒采煤机组后,一个采煤工作面的动力设备总容量



1140V 供电系统图



量达到 300~400kW,比人工放炮落煤的工作面提高 3 倍,采煤机组的单机容量提高到 60~80kW 供电,距离由 300m 左右增加到 500m 以上。380V 供电已经不能满足发展要求,于 1964 年再一次对 660V 供电进行试验,并于 1965 年初我国第一个采用 660V 供电的机械化采煤工作面投入运行。世界主要产煤国家也均在发展采掘机械化的同时,对采区电网进行升压改造。1954 年原苏联罗斯托夫煤矿(Ростовуголь)第 24 号井,第一个 660V 供电的试验工作面投入运行。

经济技术效益

(1)提高输电能力。采区电网的输电能力与其电网电压平方成正比,即

$$\frac{(P \cdot Z)_{660}}{(P \cdot Z)_{380}} = \left(\frac{U_{660}}{U_{380}} \right)^2 = 3$$

$$(P \cdot Z)_{660} = 3 (P \cdot Z)_{380}$$

式中 $(P \cdot Z)_{660}$ 、 $(P \cdot Z)_{380}$ 分别为 660V 与 380V 电网的输电能力; P 为通过电缆的输出功率(kW); U_{660} 、 U_{380} 为电网电压,分别为 660V 和 380V。

如输送功率及电缆截面不变,660V 电压比 380V 可增加输送距离 3 倍。如电缆长度和截面不变,即线路阻抗不变,则可提高输送功率 3 倍。

(2)节约橡套电缆,提高供电质量,增加电动机起动转矩。

(3)减少采区硐室,节约电气设备。由于增加输电距离,扩大了供电范围,则可减少采区变电所。

(4)改善采区供电系统的短路保护状况。采用 660V 供电后,由于同功率电动机的起动电流比 380V 小,而被保护的电缆线路(如电缆截面不变)最远端两相短路电流值比 380V 供电的大,因此可提高馈电开关过电流保护的可靠性。

确定 660V 供电电压等级的主要因素

(1)要满足采掘运机械发展需要。根据采掘运机械的单机容量及工作条件(重载还是轻载起动),工作面供电距离及工作面设备总容量等因素,确定哪一级电压能满足供电要求,并考虑有适当的发展余地。但主要由工作面输送机在重载条件下频繁起动时,允许电压损失确定的。660V 电压供电时工作面输送机的电动机容量不超过 200kW 比较合适。每一种电压等级,有一定的适应范围。随着采掘运机械化发展,中国已在综采工作面推广应用 1140V 供电,今后还将向更高电压发展。

(2)选择的电压等级,最好与现行电压有一变换关系。在煤矿采区升压改造实践中,有一段比较长的时间需要两种电压同时并存,特别是使用在采区的防爆电动机,随着采区工作面更替,电动机要随时改变电压运

行。为了适应这一特点,在选择电压等级时,应考虑有一变换关系。如中国采用的 380V 与 660V 电压是 Δ 与 Y 接法的变换方式。法国、德国和英国采用的 500V 与 1000V 和 550V 与 1100V 电压是串、并联变换方式。当然,再向更高电压发展超过低压范围时,由于电气设备制造上有较大差异,也就不可能遵循这一变换关系。

(3)要考虑原有电气设备的利用问题。选取的电压,在满足采掘机械发展需要的同时,并要考虑原有电气设备是否能充分利用。从中国 660V 升压改造实践证明,原 380V 电气设备得到了充分利用,忽视这一点,把电压提得很高,有时在经济、技术上也是不合理的。

660V 升压改造的途径 我国煤矿井下原 380V 电动机、变压器大多数为 Y 形接法,按常规改为 660V 电压,必须重新更换绕组,需要很多人力、资金、且周期很长。中国采用了改变电动机、变压器的接线方式,不必更换绕组的新方法,只用 5 年时间就实现了全国煤矿 660V 供电,不仅节约了大量改制设备费用,并加快了升压供电的实现,取得显著的经济效益。在升压改造中,采用的 Y- Δ 混合接法、Z 形接法等 18 种改接线方法,改制鼠笼、绕线型等各种原 380VY 形接法的电动机。采用二次侧 Z 形接法,改制原 380VY 形接法的变压器。经 20 多年运行证明,新的改制方法是成功的。

参考书目

顾永辉,《煤矿井下供电升压改造》,煤炭工业出版社,1977。

(顾永辉)

jubu tongfengji

局部通风机 (auxiliary fan) 向井下局部区域供风的通风机,俗称局扇。多用于巷道掘进工作面或通风有困难的场所。局部通风机在煤矿中一般作压入式通风,用于除尘和抽排瓦斯时则为抽出式通风。

局部通风机按用途可分压入式和抽出式通风机。压入式局部通风机:使新鲜风流在正压下通过风筒送入局部通风地点的通风设备。抽出式通风机:使局部通风地点的乏风在负压下通过风筒抽出排放到指定地点的通风设备;从动力上可分为电力、压缩空气和水力风机;从结构上可分为离心式和轴流式风机。

离心式局部通风机 多用于凿井、隧道开拓及金属矿山开采,煤矿井下应用很少。其结构和工作原理见主要通风机。

轴流式局部通风机 按结构分普通型、对旋式、子午加速式、斜流式和水射流式等通风机。

普通型轴流式局部通风机 风机与防爆笼型电动

机组成一个整体,铝合金叶轮用键直接安装在电动机轴上并置于铁壳内(工作原理见主要通风机),广泛用于井下局部通风,风量最大 $390\text{m}^3/\text{min}$,全压最高 3136Pa 。

对旋轴流式局部通风机 由两个型号、容量相同的防爆电动机各自拖动一个叶片数目不同,叶片倾斜方向相反的叶轮旋转。整个风机分为两节,用法兰联接,空气通过第一级叶轮后发生的偏转在流过第二级叶轮得到纠正,达到空气轴向流出的目的。它具有效率高、风压高、工作区域宽、噪音低及反转性能好等优点。应用于井下局部通风,亦有作小型矿井主通风机的。中国生产的对旋式局部通风机风量最大 $700\text{m}^3/\text{min}$,全压最高 3433.5Pa 。

子午加速轴流式局部通风机 轮毂为锥形截面,叶轮外缘(入风口侧与出风口侧)为等直径,气流途经的通道子午截面显著缩小,使气流加速运动获得能量。与其它轴流风机比较,在相同直径下其风量、风压较高。目前中国生产的子午加速局部通风机风量最大为 $833.3\text{m}^3/\text{min}$,全压最高 3724Pa 。

斜流式局部通风机 又称混流式,是由于子午面内流线与轴线斜交而得名,是介于离心式和轴流式之间的一种型式。结构、原理与子午加速风机类似,不同之处是叶轮外缘为斜面,即入风口侧直径小于出风口侧直径,加速比(入口加速度/出口加速度)大于1,风机效率较高,可达81%以上。中国目前生产斜流式局部通风机最大风量 $297\text{m}^3/\text{min}$,全压最高 2601Pa 。

水射流局部通风机 是利用高压水从喷嘴喷出造成的真空带动气流运动的一种水力机械。其构造简单、使用方便,本身无运动机构,不产生火花,在风流中携带雾状水珠有除尘降温作用,在瓦斯矿中使用不受通风方式的限制。它由曲线型水管、风筒和喷嘴组成。这种风机效率很低,达不到30%,并受水源条件限制,目前应用较少。

局部通风机的电控设备 低压防爆笼型电机常用防爆磁力起动器或真空接触器直接起动,且具备短路、过负荷、单相保护。局部通风机必须装有风、电闭锁装置,当通风机停止运转时能立即自动切断由局部通风机供风的巷道中的一切电气设备电源。瓦斯喷出区域、高瓦斯矿井、煤与瓦斯突出矿井中掘进工作面的局部通风机都应实行专用变压器、专用开关、专用线路供电。

(李幼珊)

juejin gongzuomian zhuanzaiji

掘进工作面转载机 (heading face stage loader) 承接由装载机械卸入的岩(煤),并将其卸入矿车或其他运输设备的机械。它与装载机械配套使用,能一次装满多辆矿车,以减少调车和运输时间,提高掘进速度。

分类 常用的有带式转载机、刮板转载机、斗式转载机三种。

带式转载机 按支撑方式不同分为支撑带式转载机、悬臂带式转载机、吊挂带式转载机及带有轨道并能自己行走的带式转载机四种。由于带式转载机转载的是岩石,所以有以下几个特点:①为了缓和岩石卸落时对输送带和托辊的冲击,在受料部位的托辊外面套上橡胶圈,以便起缓冲作用。②输送带的带速较慢,一般在 $1.0\sim 1.6\text{m/s}$ 左右。③由于掘进工作面有水,为防止托辊沾泥水起鼓而引起输送带跑偏,一般都设置多道清扫装置。

(1)支撑带式转载机。由机头、机尾、传动装置、机架、张紧装置、滚筒、托辊、输送带等组成(图1)。在机尾处有支腿撑住机架。其中输送带、传动装置、机架、托辊、张紧装置等与普通带式输送机基本相同。为减轻重量、缩小尺寸、有的支撑式带式转载机采用电滚筒传动,可容纳4~10辆矿车。

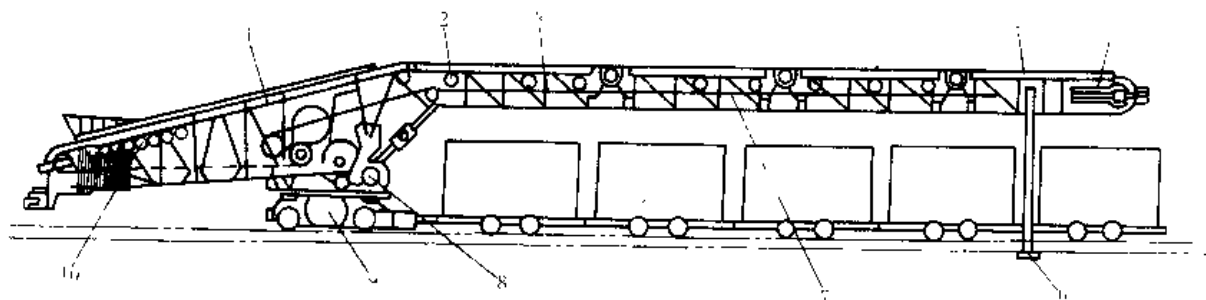


图1 支撑式带式转载机示意图

1—机头; 2—托辊; 3—机架; 4—机尾; 5—张紧装置; 6—支腿;
7—输送带; 8—传动装置; 9—行走部(车架); 10—缓冲托辊

(2)悬臂带式转载机。机架安装在车架上,车架下面装有轮对,可以推行。机尾呈悬臂状,没有支撑,因而长度较短,悬臂下只能容纳2~3辆矿车。其他结构和支撑式带式转载机相似。

(3)吊挂带式转载机。机架悬挂在巷道顶部的单轨吊上(也有挂在棚子上的),随着工作面推进而前移,其长度可根据需要而定。也有将机架安装在车架上,机尾悬挂在单轨吊上,这种形式又称半吊挂式带式转载机。

(4)带有轨道并能自己行走的带式转载机(俗称道上道转载机)。由许多框架连接组成机体,框架下面有轮子,故而机体能在轨道上行走。机体内设置有轨道和几十米长的带式转载机,机身下容纳整列矿车。空矿车从巷道的轨道进入转载机的轨道,逐辆装载,待整列矿车装满后由电机车牵引至卸载点。

刮板式转载机 是一种在料槽内借助于刮板链条连续输送散状物料的机械,由机头、机尾、过渡槽、溜槽、刮板链条等组成。基本结构和刮板输送机相同,只是长度较短、机头较低,以便于装载和移动。为防止卡链设有压链器,使链条与底板间隙尽可能小。

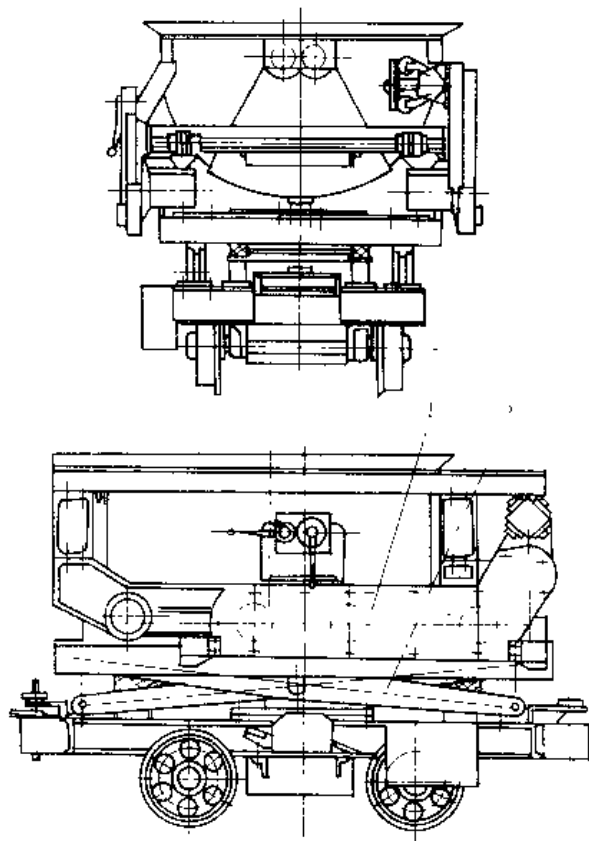


图2 斗式转载车示意图

1—转载斗; 2—升降车

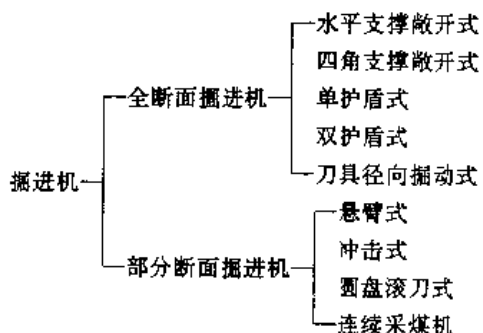
斗式转载车 简称“斗车”。中国研制的一种转载设备,金属矿山使用得较多。斗车和一系列矿车组合构成斗式转载列车。斗车在一系列矿车的车箱上面运行完成转载作业,矿车之间不必增设其他装置,斗车即可自行通过。与装载机配套使用时,可将一系列矿车不经调车一次装满。由于斗车是在矿车车箱上运行,所以要求矿车的车箱边缘不能变形。斗车由转载斗和升降车两部分组成(图2)。转载斗是斗车的主体部分,在矿车车箱上面行走并完成转载作业,由斗体、扇形门、电动机(或气动机)、减速器及操纵机构等组成。卸载时打开扇形门,将岩石卸入矿车内,再关闭扇形门后返回。升降车是斗车的承托和升降机构,由升降平台、升降气缸、铰剪支撑杆、底架、车轮等组成。铰剪支撑杆是一个铰接式支承装置,目的是保证升降平台始终能水平地平稳升降。

(张芳庭)

juejinji

掘进机 (roadheader) 具破岩、装载、转载、降尘等功能,以机械方式破落岩(煤)的掘进设备,有的还具有支护功能。它广泛用于各类地下隧道及巷道工程。

分类 按所掘断面的形状、尺寸、地质条件及机械结构的技术特性划分如下:



全断面掘进机适用于直径一般为2.5~10m全岩巷道,岩石单轴抗压强度50~350MPa的硬岩巷道。其中单护盾式全断面掘进机适用于岩石单轴抗压强度小于50MPa的软岩巷道。

部分断面掘进机一般适用于单轴抗压强度小于60MPa的煤、半煤岩、软岩水平巷道。但大功率机器也可用于单轴抗压、强度达200MPa的硬岩巷道。

简史和发展趋势 全断面掘进机起源于美国,早在19世纪50年代初,美国胡萨克隧道就试用过,但未成功。直至20世纪50年代以后,才逐渐发展起来。

1953年制成第一台软岩掘进机,1956年研制成功了适用于中硬岩石的掘进机。法国布依格公司于1959年研制成功第一台刀具径向摆动式全断面掘进机。中国1966年试制出第一台全断面掘进机,1970年研制成功第一台适用于掘进煤矿平巷的全断面掘进机。目前全断面掘进机在世界各地应用渐广,许多重大工程如英吉利海峡海底隧道等均优先采用全断面掘进机施工。中国甘肃省引大入秦水利工程中使用美制双护盾式全断面掘进机,平均月进尺达1000m。

目前的发展趋势是(1)提高对复杂地质条件的适应性,能在岩石单轴抗压强度超过350MPa的石英岩石中正常掘进,能在涌水量大、有断层和破碎带的岩层中掘进。(2)延长掘进机使用寿命,现掘进已达36公里。(3)主机开机率可达到60%。(4)加大盘形滚刀直径,提高主机功率和推力。盘形滚刀直径已加大到483mm。(5)方向控制系统完善,弯道掘进达到高精度。(6)电子计算机监测和自动控制系统达到实用要求,能在掘进过程中达到推力、扭矩的最优化匹配,并自动控制掘进方向。(7)高压水射流辅助盘形滚刀破岩有望突破关键技术。(8)新机构、新机型陆续出现,尤其是出现了多种形式的全护盾式掘进机。(9)掘进运渣运料系统日益完善,运渣系统向长距离可伸缩胶带输

送机发展。

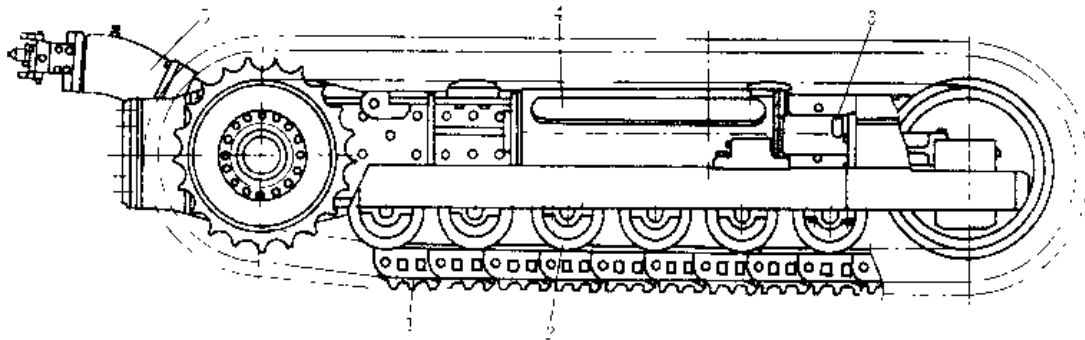
1949年,匈牙利生产出世界上第一台悬臂式部分断面掘进机。中国从1962年开始进行悬臂式部分断面掘进机的研制。目前已生产的该类掘进机可截割岩石的单轴抗压强度为60~70MPa,截割功率达160kW。国际上悬臂式部分断面掘进机可截割岩石的单轴抗压强度已达150MPa,截割功率达400kW,正向大功率、矮机型、重型化和以高压水辅助破岩等方面发展。在自动化控制技术方面主要研究采用离机操纵、自动故障诊断、工况监测和监控等新技术。

(袁企棠)

juejinjixie ludai xingzou jigou

掘进机械履带行走机构 (track travel mechanism for roadheading machinery) 设置在主机两侧的轮组及围绕轮组的钢质链轨承受整机重量,并实现整机移动的机构。悬臂式掘进机、连续采煤机、凿岩台车、装载机械、支护机械手等多种掘进机械一般都设履带行走机构。按驱动方式分为气动、电动(交流和交流一直流)和电液驱动三种。

基本结构 由履带、驱动机构、支重轮、张紧缓冲装置及履带架等组成(见图)。



履带行走机构

1—履带; 2—支重轮; 3—张紧缓冲装置; 4—履带架; 5—驱动机构

履带 由履板和销子等组成与地面接触的带式部件。分整体式和组合式两种。整体式履带由整体履板和连接销组成,结构简单,制造方便。组合式履带由履轨、履板、销子、衬套组成。履轨和履板用螺栓连接,可根据需要,更换不同的履板,适用范围广,故被广泛采用。组合式履带又可分为干式密封履带和润滑密封履带两种。干式密封履带的履带销为实心,与销套之间呈干摩擦。润滑密封履带的履带销中心有一个作为贮油室的盲孔,盲孔两侧开有径向小孔,履带销与销套之间的间隙内充满润滑脂,两端设有密封元件,以防泥沙进入。

油室中的润滑脂可不断补充到这个间隙中,并形成油膜,避免干摩擦,从而延长使用寿命。

驱动机构 由电动机(或液压马达、风马达)、传动齿轮箱和驱动轮等组成。电动机与传动齿轮箱的输入轴连接,传动齿轮箱的出轴端装驱动轮与履带啮合。液压马达(或风马达)驱动有高、中、低速之分。低速大扭矩液压马达(或风马达)一般可不用传动齿轮箱而直接带动驱动轮转动,且可实现无级调速。交流电动机驱动的机构,一般仅有一种速度。交一直流驱动和电液的驱动机构有多种速度或无级调速。驱动轮要求啮合



平稳,可分为节销式与栉齿式两种。节销式:轮齿与履带节销啮合,结构简单,适用于装载机械。栉齿式:轮齿与履带栉齿啮合,适用于低速重载情况。

支重轮 履带与履带架之间的载荷传递件。支重轮的轮轴固定在履带架上,要求耐磨且密封性好。轴承多采用两侧密封的滑动轴承。

张紧缓冲装置 用来保持履带在一定的张力范围内工作,防止履带脱轨,由张紧、缓冲装置和从动轮等组成。张紧可采用螺杆张紧、液压缸张紧或注润滑脂油缸张紧等方式。缓冲装置可采用弹簧或蓄能器等方式。

履带架 履带行走机构安装的基体。驱动机构、张紧缓冲装置、支重轮和履带都安装在履带架上。履带架与掘进机械的主机架用螺栓紧固连接。履带架应具有足够的强度和刚性,一般由槽钢或钢板焊接而成,亦有的用铸钢件。

(常 建 重 渝 汉)

juejin shebei

掘进设备 (road heading equipment) 承担破落、装载、转运岩煤和支护等掘进工序的设备。用于掘进各类巷道(包括平巷、斜井、上山、下山、硐室、井底车场及岩巷、煤巷、半煤岩巷道),为煤炭生产提供开采、运输、通风、排水、供电等场地。

分类 按掘进工艺可分为钻爆法掘进设备和用刀具破岩的综合机械化掘进设备两类。

钻爆法掘进设备 完成钻爆法掘进工序所需的设备,主要有钻(凿)孔机械、装载机械、转载机械、及修整巷道机械等。①钻(凿)孔机械:在岩(煤)体上钻(凿)孔的机械,可分为凿孔和钻孔机械两类。②装载机械:将爆落的岩(煤)装入矿车或其他输送设备中的机械(见装载机械),可分为间歇动作式和连续动作式两类。③转载机械:承接由装载机械卸入的岩(煤),并将其卸入矿车或其他运输设备内的机械(见掘进工作面转载机),可分为带式转载机、刮板式转载机、斗式转载车三种。④巷道支护设备:将巷道支护构件或加固材料敷设到巷道顶板和侧帮上的机械(见巷道支护设备),可分为锚喷支护设备、支护机械手、壁后充填设备三种。⑤修整巷道设备:有风镐、液压镐两种,用于巷道挑顶、卧底、刷帮等作业。

中国平巷掘进广泛采用钻爆法掘进设备。在斜井、上山、下山掘进中,用钻爆法掘进所需的设备与平巷掘进基本相同。但由于在有坡度($12^{\circ}\sim 30^{\circ}$)的巷道上掘进,因而各种机械要有与此相适应的具有爬坡性能的行走机构并需考虑防滑等安全装置。岩(煤)的提运除使用矿车外,普遍采用箕斗,再由提升机把箕斗提运至

卸载点卸载后转运。上山掘进是由下向上,机械设备的防滑问题更为突出。提升绞车安装在底部,工作面需安置一个倒向滑轮,绞车滚筒出绳先向上,绕过倒向滑轮后转 180° 变成向下,再与提升容器连接。

为提高掘进机械化水平,达到安全、快速、高效的目的,除选用适用、可靠的单项设备外,还必须考虑单项设备的配套,以形成机械化作业线。其主要形式有:①耙斗装载(装岩)机为主的机械化作业线:用多台支腿式气动凿岩机凿炮孔,由耙斗装载(装岩)机把岩石耙入转载机或矿车,巷道支护采用锚杆安装机和混凝土喷射机。该作业线实现凿孔和装载平行作业,且结构简单,在中国煤矿广泛使用。②凿岩台车为主的机械化作业线:凿岩台车凿炮孔及锚杆孔,由侧卸式铲斗装载(装岩)机把岩石铲入转载机或矿车。该作业线适用于大断面巷道掘进,效率高,劳动强度低。③钻装机为主的机械化作业线:钻装机凿炮孔、锚杆孔和装载转运岩石,并把岩石装入矿车。巷道支护采用锚杆安装机和混凝土喷射机。

综合机械化掘进设备 直接用一台掘进机完成破落岩(煤)、装载、转载及支护等工序,实现这些工序的平行连续作业,达到综合机械化掘进。通常是用掘进机截割机构上的刀具破落岩(煤)体,以装载、转运机构把岩(煤)输送至后配套运输系统。支护方式可选用金属支架、锚喷支护或预制混凝土管片。与钻爆法掘进设备相比较,综合机械化掘进设备具有安全、快速、高效等优点,是掘进机械化发展的方向。可分为全断面掘进机和部分断面掘进机两类。常用的综合机械化掘进设备有悬臂式掘进机、连续采煤机、全断面掘进机等。

简史和发展趋势 20世纪30年代,苏联、英、德、法等主要采煤国家采用的掘进设备主要是支腿式气动凿岩机、铲斗装岩机、带式输送机、架棚机等。60至80年代,随着采煤综合机械化及液压技术的发展,研制成功液压凿岩机、液压凿岩台车、侧卸式装载(装岩)机、全断面掘进机、悬臂式掘进机等,使掘进机械化的水平迅速提高。在全岩巷道中普遍采用液压凿岩台车、侧卸式装载(岩)机、刮板式输送机、带式输送机等组成的掘进机械化作业线。在煤、半煤岩巷道中普遍采用悬臂式掘进机。中国煤矿50年代在全岩巷道掘进中采用气动凿岩机凿炮孔、后卸式装载(装岩)机装载并卸载至小型矿车,人工推车,料石砌碛支护。在煤、半煤岩巷掘进中采用煤电钻钻炮孔,人工装运,木支架支护。60至80年代,随着采煤综合机械化,液压技术,爆破技术及锚喷支护的发展,掘进断面不断扩大,研制成功各类凿孔机具、装载机、锚喷机械、液压凿岩台



车、全断面掘进机、悬臂式掘进机等,使巷道掘进的钻凿孔、装载、转载、支护等主要工序实现机械化。目前,在全岩巷道中广泛采用以耙斗装载(装岩)机为主体的机械化作业线。在煤、半煤岩巷道中广泛采用煤电钻钻孔,耙斗或扒爪式装载机装载,矿车运输,金属支架支护,并推广使用悬臂式掘进机。

刀具破岩的综合机械化掘进设备正不断发展和推

广使用,但因其效能受煤矿地质条件的影响,且造价高,其使用量还比不上钻爆法掘进设备。掘进工艺在今后相当长的时期内仍以钻爆法为主。许多国家既致力于综合机械化掘进设备的研究,又重视钻凿孔机具、爆破、支护方式的改进与完善,使巷道掘进速度更快,效益更高。

(庄仪兴 唐泰生)

K

kaguiche

卡轨车 (road railer) 由钢丝绳牵引或机车牵引, 装有卡轨轮在专用轨道上运行的运输车辆。其牵引和载重车辆的转向架装有垂直和水平卡轨轮组, 当车辆在专用轨道上运行时, 卡轨轮卡在轨道的槽口中滚动, 可防止车辆掉道。卡轨车的特点是载重大、运速高、运距长、爬坡能力强、运输安全可靠, 能适应起伏、弯曲和倾斜的巷道。主要用于煤矿井下材料、设备、人员和矸石的辅助运输, 尤其适用于重型设备如综采设备的搬运 (见彩照插页第 8 页)。

分类 按结构形式分为全程卡轨和部分卡轨的卡轨车; 按牵引方式分为绳牵引和机车牵引卡轨车。

全程卡轨的卡轨车在大巷使用的是常规轨道, 进入采区巷道后, 其轨道和车辆是专用的, 所以从大巷进入采区巷道时, 货物要转载。

部分卡轨的卡轨车使用的是常规轨道和车辆, 仅在弯道起伏等局部易掉道地段增设护轨, 防止车辆掉道, 货物不需转载。其可靠性不如全程卡轨, 巷道条件好时可用。

绳牵引卡轨车 是以绞车为牵引机构的无极绳运输, 多数为单无极绳牵引方式。它功率和牵引力大, 速度高, 重载爬坡能力强, 适用于需运输重型设备、坡度大 ($12^{\circ} \sim 25^{\circ}$), 弯道少的运输系统。不适用于底鼓严重地段或分支的巷道。绳牵引卡轨车集无极绳绞车牵引系统和防掉道卡轨系统为一体, 由液压绞车、紧绳装置、牵引车、安全制动车、载重车辆、专用轨道及道岔、导绳轮组和回绳锚固站、通信、遥控等部分组成。无极绳牵引系统中的钢丝绳多次绕经特殊断面 (槽形或抛物线形) 的驱动轮, 通过返回滑轮组成无极绳回路, 把需要牵引的运输车辆挂到无极绳回路

上, 可以朝两个方向在水平巷道和斜巷中运行。钢丝绳通过回路中的张紧装置或调节返回滑轮的距离保持张紧状态。各种运输车辆均装有水平方向卡轮及垂直方向卡轮, 防止车辆掉道, 同时在弯道处设置耐磨的尼龙滑轮和在坡度变化处设置阻挡滑轮, 以控制钢丝绳在巷道中的运行方向 (见图 1)。液压无极绳绞车由液压马达驱动, 通过液压和电气的控制系统, 操纵绞车的运行速度、运行方向、加速、减速和制动。为确保卡轨车系统安全行驶, 绞车设有工作制动、停车安全制动、紧急制动三套制动系统。电气控制有机前操作及离机操作两种方式, 实现启动、停止、增速、减速、回零、制动、正反向。在每列车中必须编入安全制动车, 防止列车发生“跑车”等恶性事故。导轮系统中的各种导轮是对钢丝绳的运行强制导向, 控制绳在运行中的位置, 减少钢丝绳的磨损。中国生产的绳牵引卡轨车主要技术参数为功率 $100 \sim 170 \text{ kW}$; 牵引力 $80 \sim 90 \text{ kN}$; 牵引速度 $0 \sim 2 (3) \text{ m/s}$; 爬坡能力 25° ; 轨距 $600、900 \text{ mm}$ 。

机车牵引卡轨车 按牵引机车的动力分为防爆柴油机卡轨车、防爆蓄电池卡轨车。防爆柴油机卡轨车按爬坡能力又有防爆柴油机胶套轮卡轨车、防爆柴油机

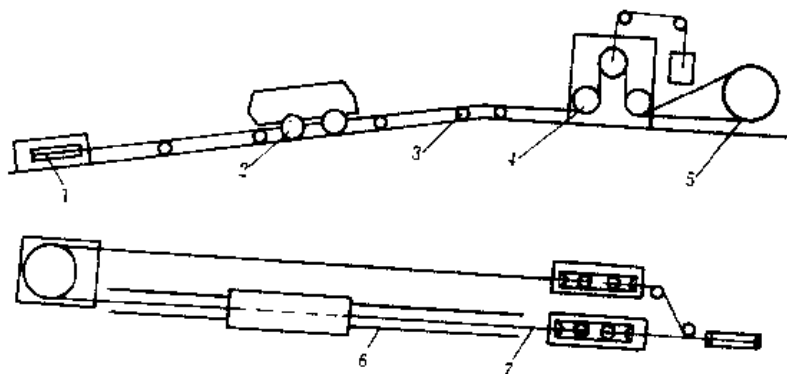


图 1 绳牵引卡轨车原理图

1—回绳轮; 2—卡轨车; 3—托绳轮; 4—张紧装置;
5—无极绳绞车; 6—轨道; 7—钢丝绳

胶套轮齿轨卡轨车之分。机车牵引卡轨车机动性好,能适应多分支巷道和多个采掘工作面运输的需要。用于平硐或倾角小的斜井开拓时,能实现从地面不经转载直达工作面的运输;用于立井开拓时,可实现从井底车场直达工作面运输。钢轮粘着驱动最大爬坡角度为 1.9° (1/30),英国规程规定最大不超过 3.8° (1/16)。胶套轮粘着驱动一般用于平道和 5.7° (1/10)以下的坡道,以较高的速度运行,在大于 5.7° (1/10)的坡道上则以较低的速度进行齿轨牵引。限于机车功率,当重载坡度超过 10° 时,运速已很低,故宜用于大部平缓、局部坡度大的巷道(如采区联络斜巷),不适用于长距离大坡度运输。

防爆柴油机卡轨车 以防爆低污染柴油机为动力。可分为钢轮粘着驱动和胶套轮粘着驱动两类。为提高机车的爬坡能力,增设齿轮齿轨驱动,称防爆柴油机齿轨卡轨车或防爆柴油机胶套轮齿轨卡轨车。粘着驱动卡轨车适应坡度较小的大巷运输;齿轨卡轨车既可用于大巷运输,也可用于采区运输。有的机车可提起卡

轮和制动闸块或采用外卡护轨在带有鱼尾夹板的普通标准窄轨上运行,从而实现从井底车场到采区工作面不经任何转载的直达运输。防爆柴油机卡轨车由动力部、传动部、驾驶室、监控系统以及制动装置等组成(图2)。传动部有液压传动和机械传动两种方式。齿轨卡轨车的传动部除粘着传动外,还具有一套齿轨传动系统及传动方式转换机构。为增加车轮与钢轨间的粘着系数,提高机车的爬坡能力,可在机车车轮外包敷胶质踏面,称胶套轮卡轨车。胶套轮齿轨卡轨车设有胶套轮磨损后的补偿装置,可根据胶套轮的磨损量不断调整齿轨轮与齿条的啮合间隙;也可在主轨两侧增设两条副轨,当机车进入齿轨段时胶套轮胶质踏面脱离主轨轨面,另由胶套轮的钢质踏面在两副轨上滚动,以保证齿轮与齿轨的正确啮合;或在进入齿轨段时胶套轮抬起,机车另以钢轮支承和定位,确保齿轨轮与齿轨的正确啮合和机车的正常运行。整个机车设有工作制动、停车安全制动和紧急制动三套制动系统。有的机车为了防止溜坡,还增设了一套点闸辅助制动装置。

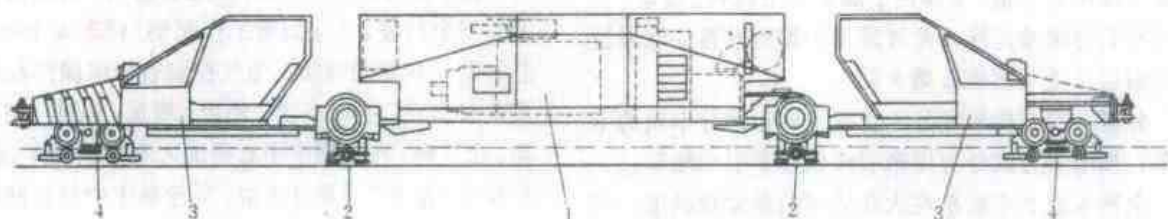


图2 防爆柴油机卡轨车

1—动力部；2—传动部；3—驾驶室；4—制动车

防爆蓄电池卡轨车 以防爆蓄电池为动力,适合于在含有瓦斯或有煤尘爆炸危险的矿井中使用,适应坡度不大于 5.7° (1/10)。它的主要优点是噪音低,运转热量小,不污染环境,维护比较简单,缺点是受蓄电池能量比的限制,功率偏小,牵引力较小,自重较大,且蓄电池寿命短,需充电,充电系统复杂,造价较高。防爆蓄电池卡轨车的结构组成与防爆柴油机卡轨车基本相同。主要区别在于动力部和传动部,制动方式也有所不同。一般采用防爆特殊型电源装置,作为牵引动力源,功率一般在 $50\text{kW}\cdot\text{h}$ 以下。蓄电池容量最大为 $600\text{A}\cdot\text{h}\times 108\text{V}$ (CsM 高效)。机车配有两套电源装置,一套在机车上,另一套在充电硐室,交替使用和充电。充电硐室内设有矿用隔爆型充电机和电源箱更换装置。在采区也有蓄电池快速更换装置。机车的传动部由直流牵引电机通过联轴器、齿轮减速器和差速器将扭矩传递至驱动轮上。为增加车轮与钢轨间的粘着系

数,提高机车的牵引和爬坡能力,一般都采用胶套轮,构成胶套轮蓄电池卡轨车。机车的调速有间接控制电阻调速和可控硅调速等方式。机车设有紧急制动、工作制动和能耗制动。

卡轨车专用轨道 具有特殊结构形式或特殊几何形状,能为卡轨车的卡轨轮提供导向、制动条件并防止卡轨轮脱轨的专用轨道。有内卡式槽钢轨、外卡式槽钢轨、工字钢轨、钢管轨、普通轨和异形轨等6种类型(下页图3)。

内卡式槽钢轨 以槽钢为轨道,两根槽钢开口向内,槽钢上缘兼做导向缘和制动缘,卡轨车的导向卡轨轮及制动器均布置在槽钢轨内侧。

外卡式槽钢轨 以槽钢为轨道,两根槽钢开口向外,槽钢上缘兼做导向缘和制动缘,卡轨车的导向卡轨轮及制动器均布置在槽钢轨外侧。

工字钢轨 以矿用工字钢为轨道,工字钢上缘之

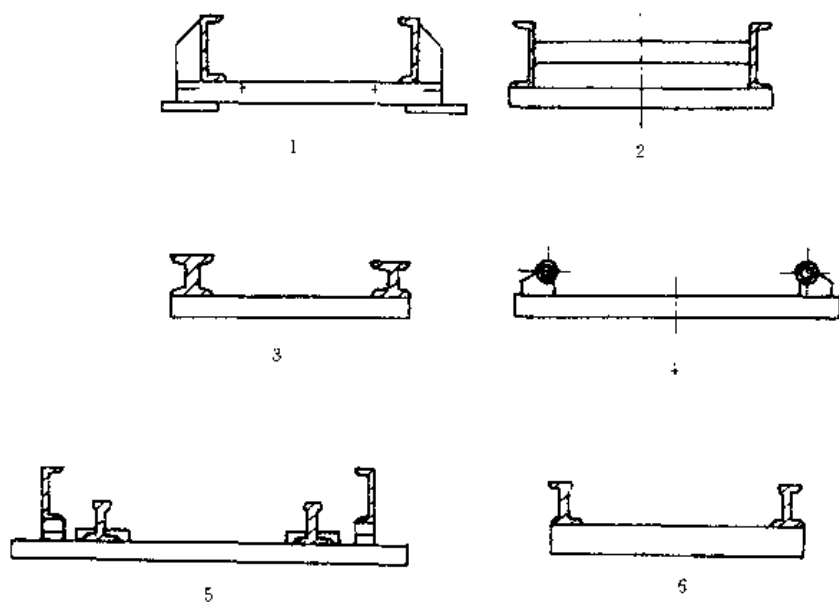


图3 卡轨车专用轨道分类

1—内卡式槽钢轨；2—外卡式槽钢轨；3—工字钢轨；
4—钢管轨；5—普通轨；6—异形轨

一翼作为导向缘和制动缘，卡轨车的导向轮及制动器均可布置在两轨道之间，亦可布置在轨道之两侧。

钢管轨 以无缝钢管为轨道，轨道之承载、导向和制动功能均由钢管承担。

普通轨 以普通钢轨为轨道，其卡轨方式有两种：一是取消轨端连接处的鱼尾夹板，改用底夹板固定（或取消轨道一侧的鱼尾夹板），卡轨车的卡轨轮以钢轨顶部侧面突缘为导向；二是在线路中有需要的区段于轨道两侧另外铺设两根护轨，卡轨车的卡轨轮以护轨为导向。普通轨的制动方式亦有两种：一是制动时车身重量全部落在轨道上，靠滑动阻力起制动作用；二是利用钢轨顶部的上端面及两个侧面为制动面，制动器对其施闸抱轨刹车。这种专用轨可与普通窄轨轨道对接。

异形轨 是专为卡轨车轧制的轨道，其断面形状

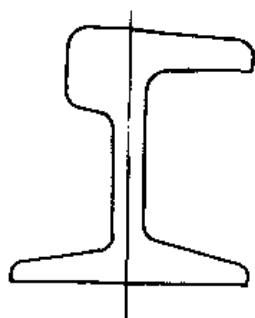


图4 异形轨截面图

为非对称型，一侧与普通轨截面相同，另一侧沿轨顶面水平伸出一侧缘，用作导向缘和制动缘。卡轨车的卡轨轮和制动器布置在轨道外侧。异形轨踏面宽，承载能力强且可与普通窄轨轨道对接。其断面状态如图4所示。

卡轨车专用轨道通常由直轨、水平弯轨、凹凸弯轨、过渡轨及各种卡轨道叉等部分组成，必要时还包括齿轨，以适应线路及坡度的变化。直轨以及各种弯轨均将钢枕及轨道焊在一起，形成梯子状的轨节。直轨节间采用快速连接，便于安装和拆卸。弯轨又分多种规格，以适应不同的转弯角度，节间采用法兰连接。过渡轨一端为快速连接，一端为法兰连接，是直轨和弯轨之间的过渡段。齿轨是大模数齿条，齿尖朝上安装，铺设在专用轨道中间，与齿轨卡轨

车的驱动齿轮相啮合，使齿轨卡轨车列可在小于 18° 的坡道行驶。齿轨两端需铺设带有斜度的齿轨导入段，以便于车列顺利进出齿轨区段。卡轨道叉的特点是允许车辆的卡轨装置顺利通过道叉，并对绳牵引卡轨车具备压绳功能。

简史 20世纪60年代初，卡轨车首创于德国。最初出现的钢丝绳牵引卡轨车实际是无极绳运输的改进。德国的巷道条件较复杂，着重发展全程卡轨的卡轨车。英国的巷道条件较好，发展部分卡轨的卡轨车。中国80年代中期研制成了牵引力为90kN的绳牵引卡轨车，其专用轨和普通轨道可直接接轨，可通行普通车辆，载重车全程卡轨，同时也研制了部分卡轨的卡轨车，为了解决卡轨车的机动性，发展了机车牵引的卡轨车，实际是爬坡机车，英国在蓄电池胶套轮机车的基础上，首先发展了柴油机动力的胶套轮卡轨车和柴油机动力齿轨卡轨车，并于70年代末用于煤矿井下。中国在80年代末研制了以柴油机为动力的胶套轮齿轨卡轨车，并用于井下。目前主要产煤国家生产的卡轨车参数达到：绳牵引的功率为 $2 \times 250\text{kW}$ ，机车牵引的功率达120kW。牵引速度4m/s，牵引力120kN。

（陶善鏞 陈焕瑛 陆锡度 乔尚明）

kaguiche zhengji shiyan

卡轨车整机试验（testing of road railer）

在铺有轨道和道岔的试验场，按照规定的程序和内容，



对组装成整台的卡轨车的各项性能指标,进行检测和考核,用以验证卡轨车的机车通过能力、牵引力、制动力、爬坡能力以及可靠性和适用条件。整机试验是保证井下使用安全的重要措施。新研制的产品定型转产、改型和产品质量抽检,要进行地面整机试验。

试验内容 机车通过能力、最大牵引力、最大制动力、最大运行速度、爬坡能力、制动空行程时间、制动距离、制动减速度、联接件强度、照明、噪音及保护系统性能等项目。

机车通过能力 地面试验场铺有机车轨道和道岔,轨道按规定的最大坡度、最小水平和垂直曲率半径铺设,机车在专用轨道上空载、中载各运行不少于 2h,检验机车是否有卡阻现象。

最大牵引力 对不同车型,最大牵引力有不同的含义和测试方法。①绳牵引卡轨车的最大牵引力是绞车紧绳边与松绳边的拉力差。将测力传感元件固定在两绳中间,按设计要求给定预紧力,然后将测力传感元件固定于松绳一侧,起动绞车直到钢丝绳出现打滑,此时测得的拉力减去预紧力就是最大牵引力。②防爆柴油机卡轨车的最大牵引力是在轨道上起动机车后,当出现车轮打滑(溢流阀溢流或摩擦离合器打滑)时的挂钩牵引力。③防爆柴油机齿轨卡轨车的最大牵引力是在齿条牵引状态下,出现摩擦离合器打滑或液压溢流阀溢流时的挂钩牵引力。对于②和③两种最大牵引力的测试,可使用拉力传感器、油缸拉力计和弹簧拉力计等仪表。

制动力 绳牵引卡轨车的制动力包括绞车制动力(工作制动用)和随载荷一起运行的制动车的制动力(跑车时制动用)。防爆柴油机卡轨车的工作制动力是制动块对车轮产生的制动力。对于具有一定爬坡能力的胶套轮机车还应测试制动块闸紧车轮(或轨道)时产生的最大制动力。对于齿轨卡轨车,应测试在齿轨段上制动块闸住齿轮制动壳(或轨道)时的最大制动力。制动力的测试仪表与测试牵引力的仪表相同。测试时被试机车制动,用外力通过测力传感元件牵引被试机车,拉动时的力即为制动力。

最大运行速度 绳牵引卡轨车是绞车钢丝绳的最大运行速度。防爆柴油机卡轨车、齿轨卡轨车是水平轨道牵引额定载荷时所能达到的最大运行速度。通常用行程传感器将运行速度信号传递到配套仪器与时标比对、计算并显示出最大运行速度。

爬坡能力 绳牵引卡轨车、防爆柴油机胶轮机车和齿轨卡轨机车都具有较大的负载爬坡能力,在最大设计坡道上牵引额定载荷,做上、下坡道运行试验,以验证机车的爬坡能力是否达到设计要求。

制动空行程时间 从开始操作制动手把(或按钮)到闸瓦与车轮或闸轮接触所经过的一段时间。它是由机构本身决定的,制动空行程时间一般都很短,可使用电秒表进行测量。

制动距离 机车从开始制动到停止的距离,等于在制动空行程时间内机车的运行距离与闸块与闸轮或轨道接触后机车的滑行距离之和。具有爬坡能力的机车,制动距离在规定坡道、规定负载和下坡运行时测定。利用行程传感器与配套仪器测量制动距离。

制动减速度 具有爬坡能力的卡轨(机)车需要在规定的坡道以额定载荷测试上坡和下坡制动时的制动减速度。用电秒表测出制动时间,并根据空行程时间、制动时间和制动距离计算制动减速度。

联接件强度 机车或绞车联接件的强度必须有足够的安全系数,要选用具有代表性的联接构件,在试验机上进行拉断试验,以检验选用材质及工艺是否满足安全要求。

照明 在井下运行的卡轨(机)车,由于井下环境的限制,卡轨(机)车运行前方要有足够的照明。可在专用的地下洞室内使用照度计测试。钢丝绳牵引卡轨车无照明要求。

噪音 机车的噪音限制是为了降低噪音对司乘人员的伤害。使用声级计在司机室头部位置检测噪音是否超限。

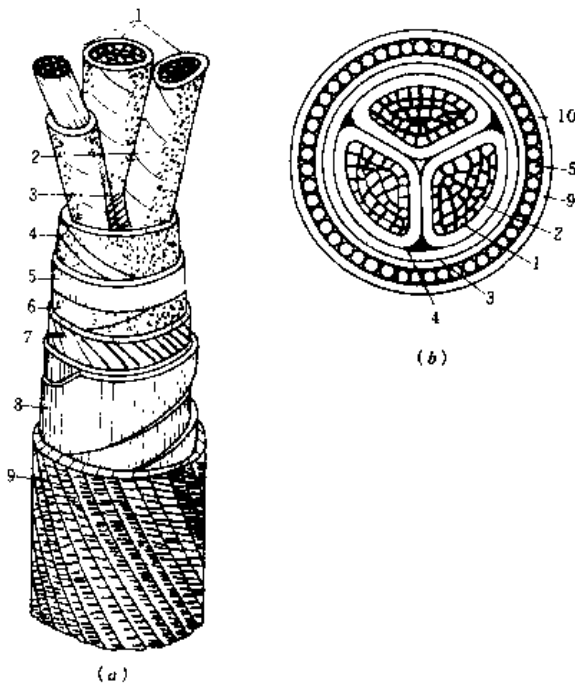
保护系统性能 为了保证卡轨车的安全运行,设置了超速、超温、机油压力过低、瓦斯超限、自动灭火等保护装置。用人为事故对这些保护装置进行检测,以验证事故时的动作值是否准确,保护功能是否完善。

(赵维刚)

kaizhuang dianlan

铠装电缆 (armoured cable) 为防止外界机械因素影响,在金属护套或非金属护套外加内衬层、铠装层和外被层(或外套)的电缆。其结构示意图如下页左上图所示。

铠装电缆的内衬层保护电缆绝缘线芯免受铠装层的损伤,内衬层有绕包型和挤出型,内衬层一般由电缆沥青或塑料带构成。铠装层能保护电缆免受机械力的损伤,并承受电缆外来的机械力。铠装层结构分为单钢带、双钢带;单细钢丝;单粗钢丝;双细钢丝、双粗钢丝。钢带厚度为 0.20~0.80mm,宽度 10~60mm。钢带的抗拉强度应不小于 300MN/mm²,伸长率不小于 20%。钢带须经镀锌或防锈处理。铠装钢丝采用镀锌低碳钢丝,它具有防腐防锈性能。细钢丝直径为 0.8~3.15mm,粗钢丝 4.0~6.0mm,抗拉强度 350~



铠装电缆

α —钢带铠装纸绝缘电缆； b —单圆钢丝铠装纸绝缘电缆
1—导电线芯；2—分相纸绝缘；3—填充物；4—绕包纸绝缘；5—金属护套；6、7—内衬层；8—钢带铠装；9—外被层；10—单圆钢丝铠装

500MN/mm²，伸长率不小于10%。外被层是铠装层外面的保护层，挤包在钢丝或钢带外面。外被层有塑料套（聚乙烯或聚氯乙烯）、电缆沥青和组合外被层等3种结构形式。组合型结构一般为胶粘涂料—聚丙烯绳、电缆沥青—浸渍麻和电缆沥青—白垩粉。

铠装电缆一般敷设在固定使用的场所，根据电缆敷设环境及电缆工作条件选用不同结构的铠装层的电缆。例如，在地面变电所室内可以选用钢带铠装聚氯乙烯护套电缆或钢带铠装聚乙烯护套电缆。在立井井筒或倾角45°以上的井巷内则采用粗钢丝铠装电缆或钢丝铠装交联聚乙烯绝缘电缆。在水平或倾角45°以下巷道应选用钢带铠装聚氯乙烯护套电缆。在采掘工作面电缆移动频繁，经常受到矸石碰、压和机械挤压等损伤，应采用具有钢丝编织加强型的橡套软电缆。

(李 纪)

keli dingliangyi

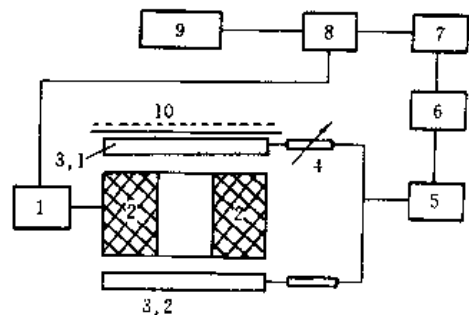
颗粒定量仪 (particle quantitative analyzer)

利用电磁感应和涡流原理对机器的润滑油和液压油中铁磁性磨屑含量进行量测的仪器。适用于监测使

用润滑油和液压油的传动类机械的运行工况。任何机器内的零部件在其失效前夕磨损率会突然加剧，使油液中磨屑总含量突然增加，颗粒定量仪可以测量油液中磨屑含量和它们的变化，对机器的磨损故障进行监测和预报。

颗粒定量仪于1985年首先由英国研制成功，并在英国煤矿中获得应用。在此之前，英国煤矿广泛使用的为磨屑检测仪(debristester)，中国于1990年开始生产这种仪器并应用于煤矿。

工作原理 颗粒定量仪的传感器电路为变压器或感应电桥(见下图)。当铁磁性磨屑靠近传感器测量线圈3.1时，会引起线圈感生电动势的变化，造成变压器式感应电桥的失衡。这一差值经放大线路5，高通滤波线路6，低通滤波线路7和A/D转换装置8，最后显示在表头9上。这种结构灵敏度高，除了测量沉积在滤膜样片上的磨屑总量外，还可将含有铁磁性磨屑的油液不经任何处理而放在塑料小盒内，置于传感器头上直接测量。该仪器测量速度快，使用方便。由于该仪器是利用电磁感应原理进行测量的，因此当煤尘、粉尘等杂质混入待测油液中时，不会影响颗粒定量仪的读数，抗干扰能力强。



颗粒定量仪工作原理图

1—振荡器；2—激励线圈；3.1—测量线圈；3.2—平衡线圈；4—平衡调节器；5—放大线路；6—放大滤波线路；7—放大滤波线路；8—转换装置；9—数字显示器(P、Q读数)；10—待测油盒或滤膜

技术性能 颗粒定量仪的主要性能指标为灵敏度、零点漂移、重现性误差、量程误差和稳定性5项。以中国生产的颗粒定量仪为例：①灵敏度为每毫克铁磁物质读数≥300；敏感下限≤0.2mg；②零点漂移为预热10min后，平均每分钟漂移量≤千分之一满量程读数；③重现性误差≤1%；④量程误差≤0.5%；⑤稳定性。在最灵敏档读数跳动≤±5个字。在温度为-10℃~40℃、湿度在低于90%的环境下均可使用。

(杨志伊)



keli jishuqi

颗粒计数器 (particle counter) 测定液体(油、水或溶剂等)或气体单位体积中固体污染物的颗粒数(即颗粒浓度)的自动测量仪器。根据测量原理,可分为遮光型、激光型(光散射法)和电阻型3种。

遮光型自动颗粒计数器 从光源发射的平行光束穿过由透光材料制作的流体通道窗口,射向光电二极管,光电二极管的输出经前置放大器传输到计数装置。被测样品垂直于光束流经窗口,当有一颗颗粒通过传感区时,一部分发射光被它遮挡,光电二极管接收的光强减弱,产生一个脉冲(图1)。由于被遮挡的光量与颗粒的投影面积成比例,因而输出电压脉冲的幅值直接反映出颗粒尺寸的大小。将输出电压脉冲幅值与预先调定的计数器阈值电压相比较,若脉冲幅值大于阈值,则计数。传感器的输出同时输送到若干个阈电路,按照所要测定的颗粒尺寸预先调定各个电路的阈值电压,就可以同时测出各种尺寸范围的颗粒数。遮光型自动颗粒计数器的测量范围为 $1\sim 9000\mu\text{m}$ 。

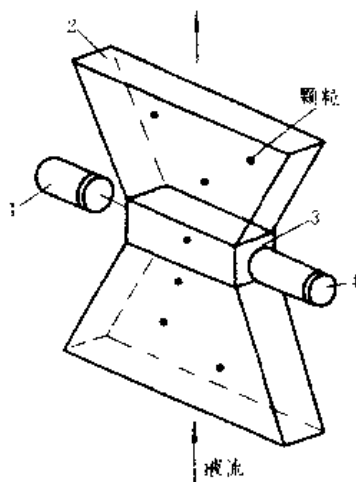


图1 遮光型传感器原理图

1—光源;2—流体通道;3—窗口;4—光电二极管

激光型自动颗粒计数器 利用光散射法,颗粒受强光束(激光)照射后产生反射光,经光电倍增管产生电流变化。颗粒大、数量多反射量就大,从而电流变化也大。把样品产生的电流变化和标准颗粒产生的电流变化进行比较,就可以计算出流体中携带污染颗粒的大小和数量(图2)。激光型与遮光型自动颗粒计数器均采用光学间接测量并和标准颗粒测量值相比来进行计算,所不同的是后者以阴影为检测对象,前者则以反射光为检测对象。激光型自动颗粒计数器的测量范围为 $0.4\sim 25\mu\text{m}$ 。

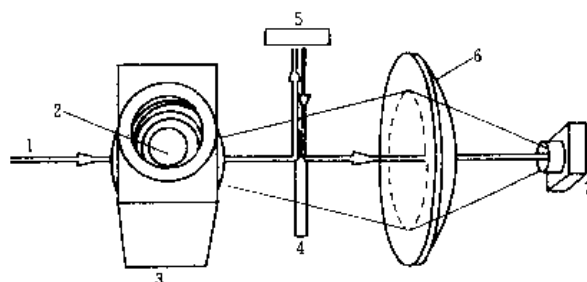


图2 激光型传感器原理图

1—激光;2—流体通道;3—传感室;4—光束偏转器;5—斩波器;6—聚光镜;7—检测器

电阻型自动颗粒计数器 利用库尔特原理(coulter principle),将待测颗粒与电解液制成稀释悬浮液,通过一口径已定的小孔抽引入小孔管内。小孔两侧各有一个电极(图3)。当颗粒通过小孔时,每一个颗粒取代了与其相等体积的电解液,导致两电极间电阻变化,亦即电位差变化,其变化幅度与颗粒大小成比例,所产生的脉冲经过放大并计数。利用不同口径的小孔管,可测定的粒度范围为 $0.4\sim 1200\mu\text{m}$ 。

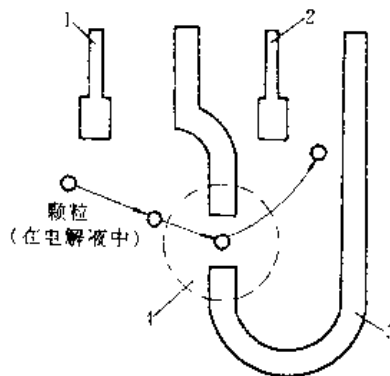


图3 电阻型传感器原理图

1—外电极;2—内电极;3—小孔管;4—传感区

(许小祿)

keshensuo daishi shusongji

可伸缩带式输送机 (telescopic belt conveyor) 可根据工作面位置变化调整自身长度的带式输送机。适用于采煤工作面中的顺槽运输和掘进工作面运输。它通过机身设置的贮带和卷带装置使输送机在一定长度范围内不拆接输送带就可改变其铺设长度,从而和转载机配合以适应采煤工作面的快速推进或掘进工作面的快速掘进的要求,减少拆移输送机的

作业时间。可伸缩带式输送机现正向大输送能力和大单机长度的方向发展,其输送量已达 2000t/h,单机铺设长度达 3000m。

工作原理 输送带在贮带仓内多次折返,可放出或贮入一定的长度。当机身缩短时,贮带仓内的游动小车向机尾一端移动,输送带进入贮带装置,机尾向机头方向移动。贮带仓内贮满一条输送带长度时,卷带装置将贮入仓内的输送带卷出。当机身伸长时,游动小车向机头方向移动,输送带从贮带装置中放出,机尾向前延

伸。若预先贮入仓内的输送带已全部放出,则可通过卷带装置将另一条输送带贮入仓内。

基本结构 主要由机头、驱动装置、贮带装置、卷带装置、机身、机尾、输送带和电气控制系统等组成(图 1)。机身可为可伸缩部分,机尾为移动部分,其余为固定部分,不需打基础安装。贮带装置包括一组固定滚筒和一组装在游动小车上的可移动滚筒,输送带绕经两组滚筒而多次折返。游动小车由张紧绞车牵引在导轨上移动,并将输送带张紧。滑撬支座式长机尾分成

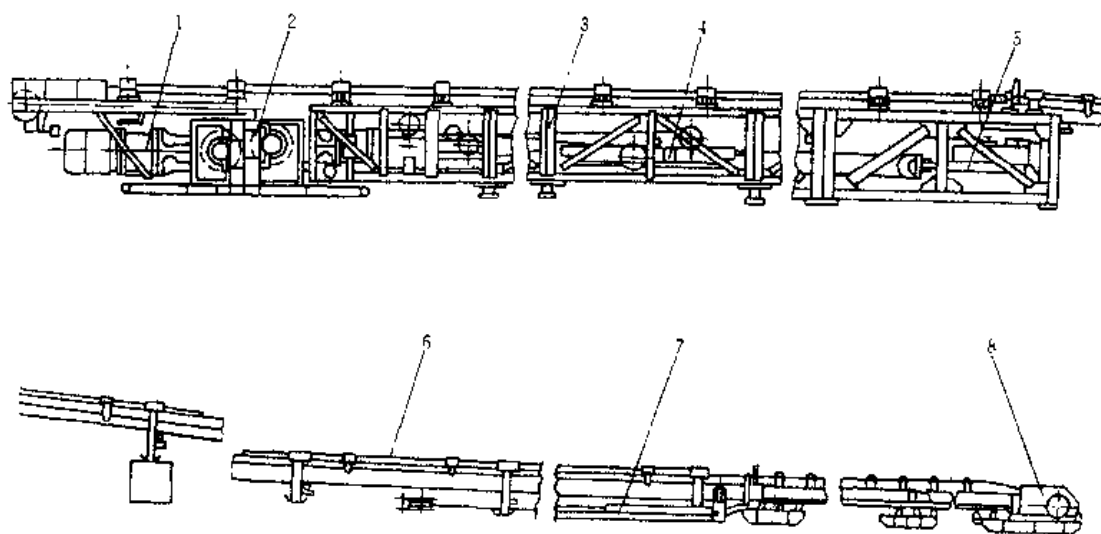


图 1 可伸缩带式输送机

1—驱动装置; 2—机头; 3—贮带装置; 4—游动小车; 5—张紧绞车;
6—机身; 7—移机尾装置; 8—机尾

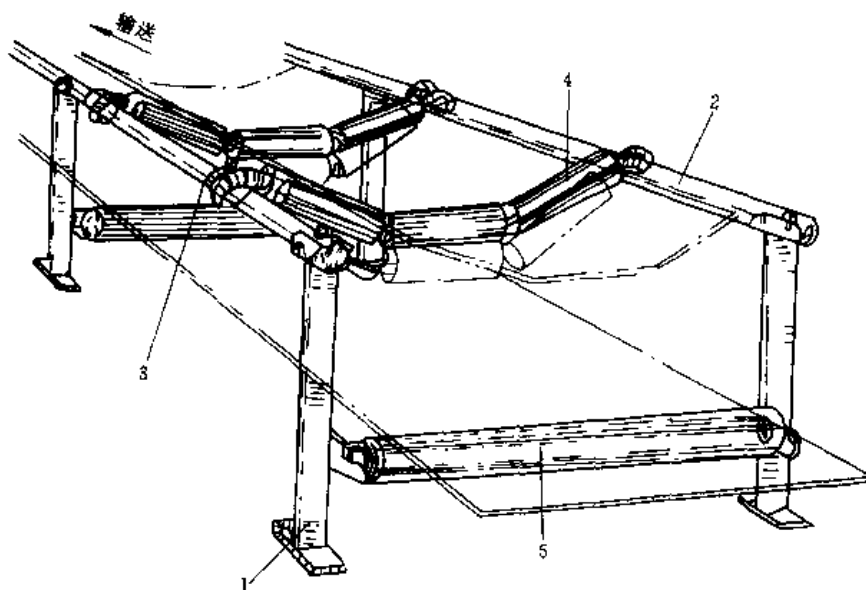


图 2 钢架落地式机身

1—H 形支架; 2—纵梁; 3—鞍座; 4—槽形托辊组; 5—平形下托辊

5~6节,移动机尾时由液压千斤顶或绞车牵引。自移式短机尾采用履带或油缸推进行走。机身的支架、纵梁和槽形托辊组等均采用快速无螺栓连接。

上运可伸缩带式输送机需增设逆止器。下运可伸缩带式输送机需增设制动器或通过在上输送带下面增设阻尼板的方式克服下运时的下滑力,以避免电动机出现发电工况和可能出现的飞车事故。

长运距可伸缩带式输送机可采用中间助力驱动,有线性摩擦式中间助力驱动和卸载滚筒式中间助力驱动两种形式。它采用调速型液力偶合器或CST可控启动来实现驱动装置的慢速启动以及各驱动装置间的功率平衡。由线性摩擦式中间助力驱动的子输送机位于主输送机的中部或某一适当部位。主输送机的承载输送带座于子机的驱动输送带上,依靠两者之间的摩擦力实现与主输送机的驱动装置共同驱动承载带运行。

卸载滚筒式中间助力驱动也位于输送机的中间部位,承载输送带的运行由主输送机的驱动装置和卸载滚筒式中间助力驱动装置共同完成。

可伸缩带式输送机用于掘进工作面时,可通过在中间位置增设装料台和卸料台等措施实现双向运输,即由上输送带将煤和矸石运出,并由下输送带将支护材料等运至掘进工作面。

分类 可伸缩带式输送机按其机架结构不同,可分为钢架落地式和绳架吊挂式两种。

钢架落地式可伸缩带式输送机 机身由H形支架、纵梁、槽形托辊组等组成(上页图2)。H形支架落在底板上,可做成可调式,通过调节其高度来适应底板起伏的状况。

绳架吊挂式可伸缩带式输送机 机身分为钢丝绳吊挂和型钢吊挂两种形式(图3),分别以钢丝绳或钢

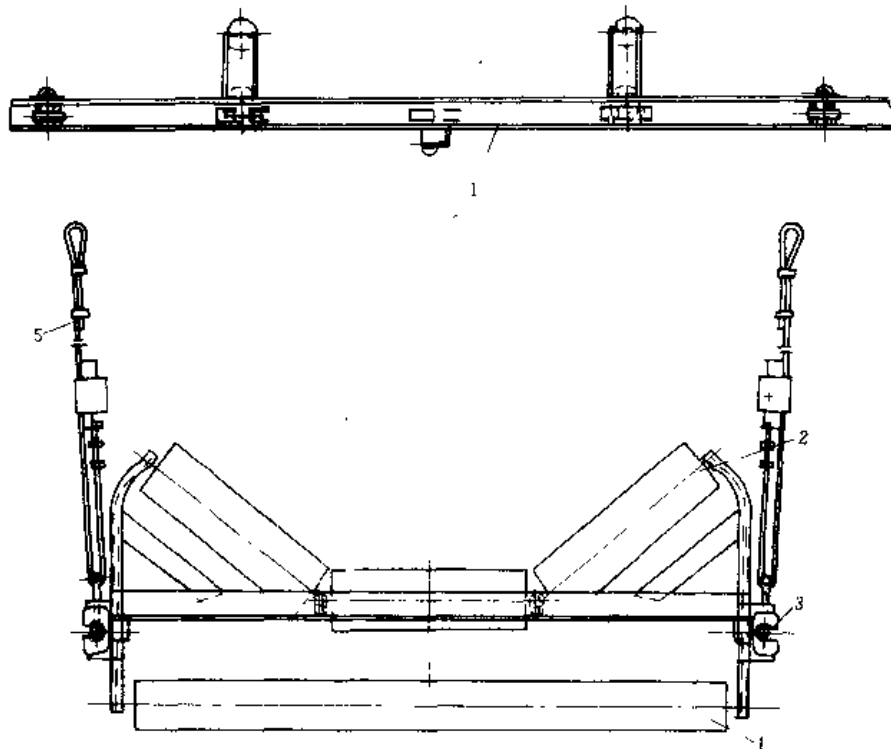


图3 绳架吊挂式机身

1—纵梁; 2—槽形托辊组; 3—连接梁; 4—平形下托辊; 5—吊挂装置

管、槽钢作为机身骨架。主要由吊架、可调托辊架和吊挂装置等组成,结构简单,不受巷道底板起伏的影响。

(潘志杰)

kewanqu guaban shusongji

可弯曲刮板输送机 (flexible scraper conveyor)

其相邻中部槽在水平、垂直面内可有限度折

曲的刮板输送机。主要用于煤矿井下综采工作面。除运送煤炭外,还可作为采煤机械的运行轨道、液压支架移动的支点、固定采煤机有链牵引的拉紧装置或无链牵引的齿轨(销轨或链轨)或固定刨煤机的驱动装置,并兼有清理工作面浮煤、放置电缆、水管、乳化液胶管等功能。一般适用于倾角小于 25° 的采煤工作面,当煤层倾角大于 10° 时,应采用锚固和防滑装置。通常采用的



锚固方式有：单体支柱锚固，一般用于倾角小于 12° 的普采或炮采工作面的轻型、中型刮板输送机上；液压锚固装置锚固，一般用于倾角在 25° 以下的普采工作面中、重型刮板输送机中；液压锚固站锚固，一般在煤层倾角 35° 以下的普采工作面刮板输送机上使用，当倾角大于 18° 时，其机身中部尚需配备防滑千斤顶，进行分段锚固；端头支架或液压支架锚固，在倾角 $25^\circ\sim 35^\circ$ 的综采工作面与重或超重型刮板输送机配套使用，同时，工作面中的液压支架尚须配有防滑千斤顶与输送机中部槽相连。可弯曲刮板输送机机身窄、占用空间少、空顶距小、便于在采煤工作面的有限空间内进行作业以及快速移动。随同采煤机械的推进及时将刮板输送机向煤壁移动的推移装置有手动推移器和液压推移千斤顶。手动推移器用于炮采或普采工作面的轻、中型刮板输送机；液压推移千斤顶多与液压支架配套使用，一般用于综采工作面重、超重型刮板输送机。

主要特点 工作面刮板输送机具有可弯曲性、铠装性以及满负荷起动性能等主要特点。

可弯曲性 工作面刮板输送机在回采的循环作业中需连续逐段推移，为适应工作面的不平直和底板的起伏，其相邻中部槽必须具有折曲能力，折曲角度的大小取决于回采方法和配套采煤机械的使用要求。一般偏斜角度为：水平 $1^\circ\sim 3^\circ$ （其中小值用于无链牵引采煤机，大值用于有链牵引采煤机或炮采工作面）；垂直 $3^\circ\sim 4^\circ$ （在炮采工作面使用时，最大可达 6° ）。

铠装性 工作面刮板输送机机体经常在倾斜弯曲、起伏不平的状态下运转，还要承受采煤机械的重力、牵引力、切割时的冲击力、液压支架的推拉力、大块煤炭及矸石的冲砸力等。为保证使用的可靠性，工作面可弯曲刮板输送机必须具有足够的刚度和强度。

满负荷起动性能 工作面刮板输送机经常处于满载状态，并频繁起动。通常采用双速电机、变矩偶合器以及辅助起动等技术，使电动机在起动时获得较大的起动力矩。

分类 可按卸载方式、链条布置型式和最大工作负荷三种方法分类，见表1~3。

表1 按卸载方式分类

分 类	特 征
端卸式	从机头部端部卸载，为避免和减少拉回煤，机头需有一定的卸载高度
侧卸式	从机头部侧面卸载，可分为重叠式和交叉式两种，有利于大块煤卸载，卸载高度较低

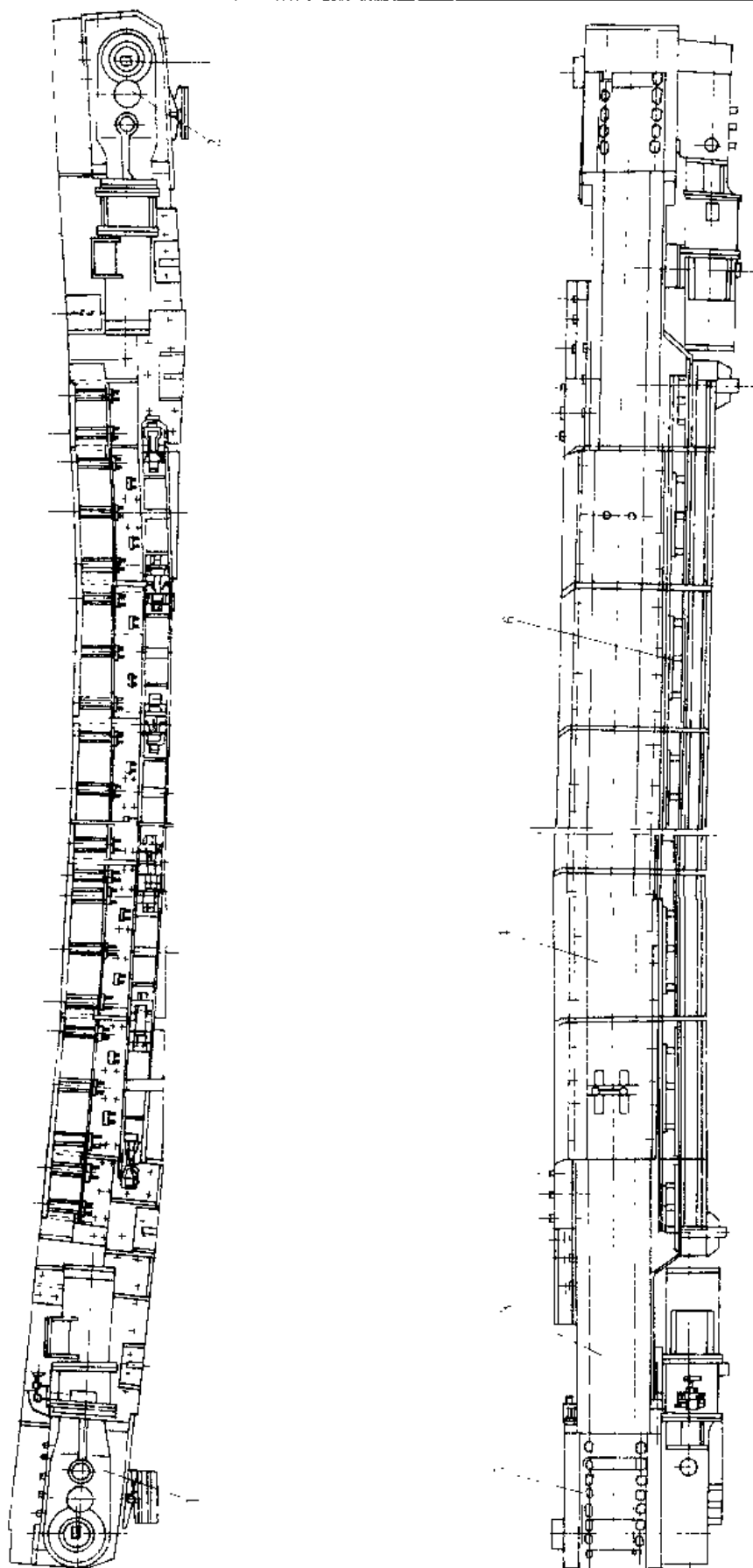
表2 按链条布置型式分类

分 类	特 征
中单链	单股链条布置在刮板中间，靠刮板两端部导向，受力均匀，输送机水平弯曲性能好，但要求链条预张力大，功率消耗较大
中双链	双股链条布置在刮板中间，靠刮板两端部导向，受力较均匀，输送机水平弯曲性能较好。要求链条预张力较大，功率消耗也较大。当有一股链条在下链道断链时，可借助另一股链继续运行至上链道，以便于处理断链事故
边双链	双股链条布置在刮板两端和槽帮两凸缘内，藉链条导向，两股链条受力不均；输送机水平弯曲性能差，但运送大块煤效果好。要求链条预张力小，功率消耗小
准边双链	两股链条的中心距介于中双链和边双链之间，链条在槽帮凸缘外，靠刮板两端导向，链条受力、水平弯曲、运送块煤、链条预张力、功率消耗等性能均介于中双链和边双链之间
三 链	三股链条分别布置在刮板中间和两端，靠刮板两端部链条在槽帮两凸缘内导向，链条受力极不均匀，输送机水平弯曲性能差，但断链时易处理，这种布置型式只用于中、重型输送机上，已被淘汰

表3 按最大工作载荷分类

分 类	特 征
轻 型	链条最大工作负荷 $\leq 400\text{kN}$ 总装机功率 $\leq 60\text{kW}$ 槽宽 $\leq 520\text{mm}$ 运输能力 $\leq 200\text{t/h}$
中 型	链条最大工作负荷 $> 400\sim\leq 600\text{kN}$ 总装机功率 $> 60\sim\leq 220\text{kW}$ 槽宽 $> 520\sim\leq 730\text{mm}$ 运输能力 $> 200\sim\leq 700\text{t/h}$
重 型	链条最大工作负荷 $> 600\sim\leq 1100\text{kN}$ 总装机功率 $> 200\sim\leq 500\text{kW}$ 槽宽 $> 730\sim\leq 830\text{mm}$ 运输能力 $> 200\sim\leq 1200\text{t/h}$
超重型	链条最大工作负荷 $> 1100\text{kN}$ 总装机功率 $> 500\text{kW}$ 槽宽 $> 830\text{mm}$ 运输能力 $> 1200\text{t/h}$

基本结构 可弯曲刮板输送机主要由机头部、机尾部、过渡槽、中部槽、刮板链以及辅助部件组成（见下页图）。



工作面刮板输送机

1—机头部；2—机尾部；3—过渡槽；4—中部槽；5—刮板链；6—辅助部件



机头部 刮板输送机的驱动装置和卸载装置（见刮板输送机机头部）。

机尾部 刮板链的返向运行机构（见刮板输送机机尾部）。

过渡槽 机头部或机尾部与中部槽的连接槽，分为机头过渡槽和机尾过渡槽。其作用是将由中部槽转运来的煤炭提升到机头架中板上，或使刮板链由机尾架平滑地过渡到中部槽上。机头过渡槽必须满足在不同的工作面倾角条件下与机头部的正确接合并保证采煤机可在其上正常运行，以便自开切口。机尾过渡槽一般设有上链器，当刮板链出槽时，可通过上链器自动进入槽内恢复正常运行。过渡槽因升角较大，磨损快，寿命较短。

中部槽 刮板输送机的承载装置（见中部槽）

刮板链 刮板输送机的牵引刮运装置（见刮板链）。

辅助部件 由挡煤板、铲煤板、齿轨（销轨或链轨）、机头推移部、机尾推移部组成。

(1)挡煤板。装在中部槽一侧，主要防止煤炭外溢的构件。挡煤板上的电缆槽上部放置供采煤机行走时拖曳的电缆，下部放置采煤机械和刮板输送机用的固定电缆、控制电缆、水管以及输乳化液用的胶管等。电缆槽外侧可安装通讯电话和电气闭锁装置。与无链牵引采煤机配套使用时，挡煤板底座上部固定有齿轨（销轨和链轨），下部设置有与液压支架或推溜千斤顶连接的支承座。

(2)铲煤板。装在中部槽一侧用以铲装浮煤的构件。重型和超重型刮板输送机的铲煤板又作为采煤机的煤壁侧的行走轨道。薄煤层工作面配合爬底板采煤机使用的刮板输送机多采用在铲煤板上固定齿轨的方式。

(3)齿轨（销轨或链轨）。与采煤机牵引链轮组成动力传动副，构成无链牵引装置，实现采煤机在刮板输送机上行走的构件。

(4)机头推移部。支承、锚固、推移机头部的构件。使机头部达到一定的卸载高度，以及当采煤机械推进离开机头部适当距离后，藉端头支架推移千斤顶或推溜千斤顶将机头部移向煤壁，以便进行下一个回采工作循环。

(5)机尾推移部。支承、锚固、推移机尾部的构件。推移部应具有较低的高度，以免影响采煤机自开切口。

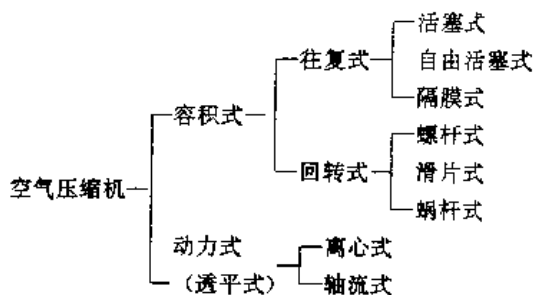
简史 可弯曲刮板输送机诞生于第二次世界大战期间，由德国首创并在德国煤矿中与刨煤机配合使用。这一阶段机型的特征是：最大输送能力 700t/h，功率 $2 \times 160\text{kW}$ ，运距 200m，以中单、中双、边双链型为主

链条规格最大为 $\phi 22$ ，轧制中部槽，端卸式，与有链牵引采煤机配套使用。20 世纪 80 年代中期以来，欧、美、澳大利亚等产煤大国为了提高煤炭产量，出现了超重型刮板输送机，其技术发展水平主要指标为：装机功率达到 $3 \times 477\text{kW}$ ，输送能力最高达 3500t/h，运距达 305m；侧卸式机头并以交叉侧卸为主，中双链为主导链型，链条最大规格为 $2 \times \phi 42$ （包括 $\phi 42/46$ 异形紧凑链）；链速达 1.58m/s，整体铸造或分体轧制槽帮、封底中部槽，槽宽 1100mm，无螺栓联接，单侧槽间联接强度达 3000~4000kN；采用齿轨、销轨或链轨与无链牵引采煤机配套使用，推广双速电机驱动，机械过载保护，中部槽过煤量达到 900 万 t。中国生产的最大规格工作面刮板输送机，装机功率为 800kW（ $2 \times 400\text{kW}$ ），输送能力 1500t/h，运输距离 200m，交叉侧卸机头，中双链型，链条直径为 $2 \times \phi 34\text{mm}$ ，链速为 1.2m/s，封底、重叠式中部槽，槽宽 880mm，采用销轨与无链牵引采煤机配套。

（常育文）

kongqi yasuoji

空气压缩机 (air compressor) 将原动机的机械能转变为空气的压力能以生产 0.2MPa 以上压力空气的机械，简称空压机、压风机。按工作原理和机械结构可作如下分类：



容积式空压机是在气缸内作往复运动的活塞（或膜片）或作旋转运动的转子的作用下，使吸入气缸的空气体积压缩而提高压力，然后把气体压送出去的空压机。动力式空压机是靠高速旋转的叶轮的作用，提高空气的压力和速度，随后在固定元件中使一部分速度能进一步转化为空气的压力能的空压机。

中国煤矿使用的空压机主要是活塞式，也有螺杆式和滑片式，均为容积式，属低压空压机，压力范围为 0.65~0.8MPa。国外煤矿有的还使用小型离心式空压机。

活塞式空压机 靠活塞在气缸内作往复运动来压缩和输送气体的往复式空压机。气缸和活塞组成压缩容积，曲柄连杆机构将原动机的回转运动变为活塞的



往复运动,而改变工作容积,使空气在气缸内完成吸气、压缩、排气等过程,由吸、排气阀控制空气的进出。

活塞式空压机由机体部分、传动系统、气路系统、润滑系统、冷却系统和调节系统等组成。①机体部分有机身、中体和轴承等。②传动系统有曲轴、连杆、活塞杆等,多数还有十字头,间接传动者还有皮带轮。③气路系统有吸气阀和排气阀、气缸和活塞、缓冲器、中间冷却器、液气分离器、安全阀。空压机外有空气过滤器、逆止阀、储气罐等附属设备,有的还增设后冷却器,用停止进气调节法的还装有减荷阀。④润滑系统有飞溅润滑和压力润滑两种,前者多用于无十字头的小型空压机,后者多用于带十字头的大中型空压机,通常包括运动机构润滑和气缸及填料润滑两个独立部分,分别由油泵和注油器供油,并设有滤油器和油冷却器(内传动的中小型空压机也可不用)。小型空压机也有的采用压力润滑,但统一由油泵供油。⑤冷却系统有水冷和风冷两种。前者有气缸和填料的水套、中间冷却器、油冷却器等部件,有的还包括后冷却器。后者装有气缸散热片,有的还有冷却器、冷却风扇等,进行吸入式冷却。⑥调节系统除压力调节器外,还设有减荷阀、压开吸气阀装置和卸荷器。

活塞式空压机的转速为 $250\sim 3000\text{r/min}$,多用电动机驱动,有直接传动和间接传动两种。小型移动式也可用柴油机驱动。煤矿井下只使用电动机驱动。

活塞式空压机具有气流速度低、损失小、效率高、压力范围广、适应性强、排气压力几乎不随排气量变化等特点。因而在煤矿中获得广泛应用。

活塞式空压机分类按气缸中心线的配置位置分为:①卧式,气缸水平布置,又可分为一般卧式、对称平衡式、对置式;②立式,气缸垂直布置;③角度式,气缸中心线之间成一定角度,按气缸排列所呈形状,又可分为L型、V型、W型等。

按活塞动作分:①单动(单作用):只在活塞一侧进行吸气和排气,活塞往复一次完成一次工作循环;②双动(双作用)活塞两侧都有吸气阀和排气阀,活塞往复一次完成两次工作循环。

按气缸冷却方式分:①水冷。②风冷。固定式空压机为水冷式。小型移动式空压机采用风冷式。

按气缸润滑方式分:①有油

润滑②无油润滑。

按排气量分为:①微型,排气量小于 $1\text{m}^3/\text{min}$;②小型,排气量 $1\sim 10\text{m}^3/\text{min}$;③中型,排气量 $10\sim 60\text{m}^3/\text{min}$;④大型,排气量大于 $60\text{m}^3/\text{min}$ 。

按产生的压力分:①低压,终压在 1MPa 以下;②中压,终压在 $1\sim 8\text{MPa}$;③高压,终压在 8MPa 以上。

中国煤矿使用的各种活塞式空压机,性能最好的固定式有L型(图1)和对称平衡式(见下页图2),性能较好的移动式有V型。

L型空压机 低压缸垂直放置,高压缸水平放置,呈L形的空压机。其主要优点,平衡较好,平稳性优于其它角度式,振动小,基础小;比功率、金属耗量和占地面积均优于立式、卧式和W型;加工简单,安装方便,运转安全可靠。但惯性力的平衡不如对称平衡式好。

中国生产低压L型空压机有低转速长行程和高转速短行程两类,均为两级、复动、双缸,有十字头、水冷式,并多为油润滑、有基础式,也有无油润滑、无基础式。传动方式除低转速长行程的 $10\sim 20\text{m}^3/\text{min}$ 空压机为皮带传动,其余均为直接传动。功率 250kW 及其以上者用同步电动机驱动,并有联轴器直联和悬挂式两种。中国生产的低压L型空压机,其排气量 $10\sim 100\text{m}^3/\text{min}$,压力 $0.7\sim 0.8\text{MPa}$,最大功率 550kW 。

对称平衡式空压机 气缸对称布置于曲轴两侧,两个主轴承之间的相对两列气缸的曲轴错角为 180° 的空压机。该机惯性力完全平衡,可提高转速,减少行程;相对列的活塞力互相抵消,减少主轴颈的受力与摩擦;

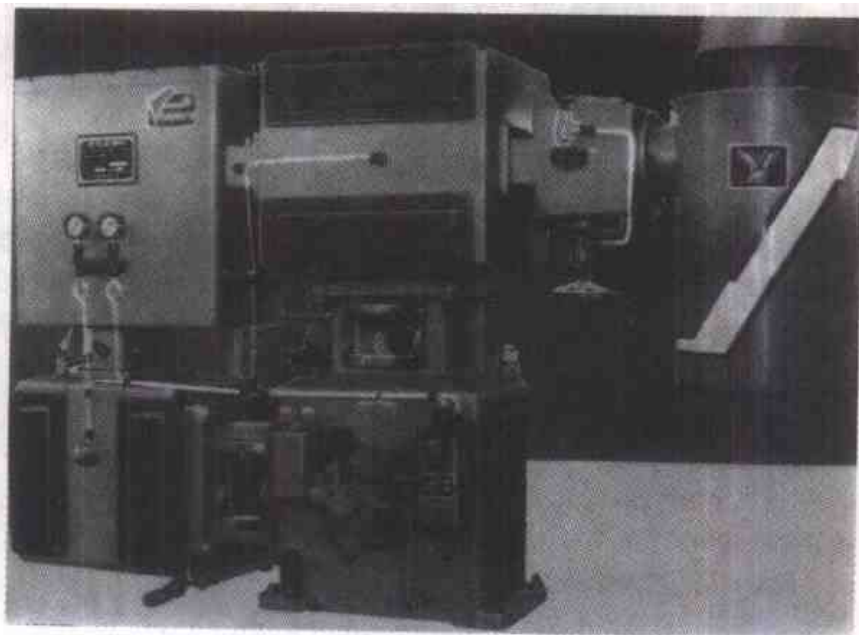


图1 L型空压机外观

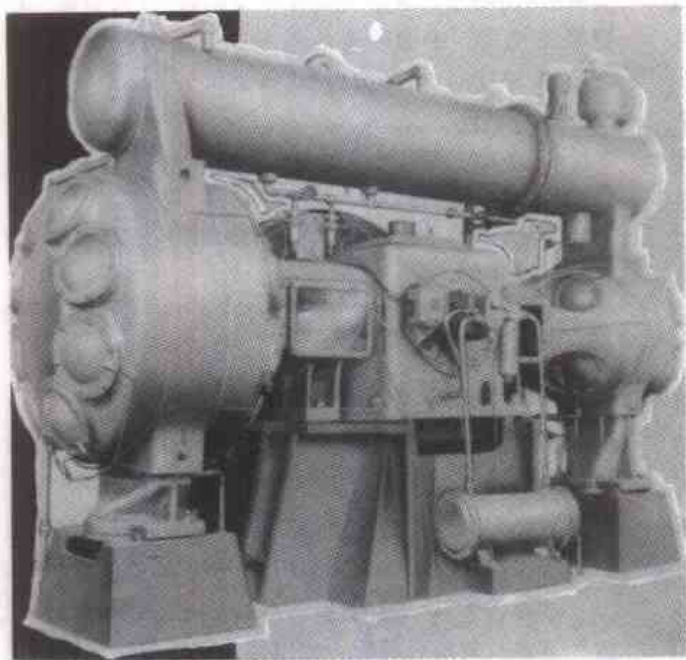


图2 对称平衡式空压机外观

个站除的十部 据动止 二行可整 本相站在此部加址

回转式空压机 靠转子作回转运动改变工作容积而提高气体压力的容积式空压机。按工作元件特征分,适于煤矿的有螺杆式、滑片式、蜗杆式;按运转方式分有干式、滴油式、喷油式、喷水(防锈水,下同)式。按冷却方式有外冷和内冷。干式的气缸内无油(或防锈水),滴油式则向气缸内滴油润滑,两者均靠工作元件高速旋转起密封作用。冷却方式有水冷和风冷,均属外冷。喷油和喷水式的特点是向气缸内喷油或喷水以起冷却、密封和吸声作用,其中喷油还有润滑作用,均属内冷,其冷却器的冷却有水冷和风冷。

回转式空压机兼有动力式与活塞式的优点,既无喘振区,又无往复运动机构,一般也无气阀,结构简单紧凑、零件少、动力平衡性好、转速高、基础小、造价较低、排气脉动很小、寿命长、操作维护简便。喷水式具有无油、不结炭、排气温度低、安全、费用低等优点,适合煤矿井下使用。干式具有无油的优点,但主要传动机构复杂、热力参数低、噪声大,适于压气不允许污染的场所。煤矿所用回转式空压机多为移动式 and 中小型固定式。

图3所示为(图下面图) 转子式 对称平衡式

动, 固定、移动和撬座等多种形式。其中排气压力 0.65~0.8MPa 者, 排气量为 3~200m³/min, 电动机功率 22~1600kW。

滑片式空压机 在圆筒形气缸内偏心地安装一个圆形转子, 转子上开若干切槽, 其中放置滑片。转子高速旋转, 滑片受惯性离心力作用而压向气缸内壁。气缸内壁、转子外表及相邻的滑片构成工作容积。转子每旋转一周, 每个工作容积就依次周期性变化一次, 使空气在其中完成吸气、压缩和排气过程, 一般由进排气口控制空气进出。其组成与螺杆式相似, 但只有直接传动, 无同步齿轮和喷水系统。滑片是这类空压机的重要而具有特征性的元件, 喷油式的滑片常用酚醛树脂浸布热压板制成, 也有用铸铁的; 无油式的滑片常用填充石墨, 价廉耐用, 也有用聚乙酰胺的; 滴油式采用优质合金钢作滑片。滑片式转速为 300~3000r/min, 多用电动机驱动。中国生产的适于煤矿井下使用的防爆移动式滑片空压机为喷油式, 冷却器有风冷也有水冷, 排气压力 0.6~0.7MPa, 排气量 3~15m³/min。

螺杆式空压机 气缸内有一个蜗杆, 两旁有两个星轮与之啮合, 星轮的齿的作用如同活塞, 蜗杆的螺旋槽则如同气缸。螺杆带动星轮高速旋转, 完成吸气、压缩和排气过程。采用喷油润滑。轴向力和径向力均能平衡, 轴承负荷轻。比功率较小, 但星轮磨损大。一般为小型, 转速 1500~3000r/min。中国生产的螺杆空压机, 排气量 4~10m³/min, 排气压力 0.7MPa, 有水冷和风冷、车架、撬座和全罩等型式。

离心式空压机 工作原理与离心式水泵相同 (见水泵)。其结构简单, 易损零件少, 尺寸和重量较小、压气不脉动、不含油、维护费低; 但效率不如活塞式, 有

喘振区, 旋转零部件多用高强合金钢, 适合大型空气压缩机站使用。中国制造的离心式空压机, 排气压力 0.7~0.8MPa, 排气量为 100~2500m³/min。

参考书目

1. 《活塞式压缩机设计》编写组编, 《活塞式压缩机设计》, 机械工业出版社出版, 1974。
2. 邓定国, 束鹏程主编, 《回转式压缩机》, 机械工业出版社出版, 1982。

(徐培铎)

kongqi yasuoji baohu zhuangzhi

空气压缩机保护装置 (protection device for air compressor)

防止空气压缩机在运转时发生事故或发生事故时避免系统受到破坏的装置。包括: 压力调节器、安全阀、释压阀、断油、断水和超温保护等。

压力调节器 控制储气罐内气体压力不超过整定值的装置。与减荷阀配合使用可自动调节空气压缩机排气量。当储气罐内气体压力达到整定值时, 气体推动压力调节器内的阀体, 开通去减荷阀的通路, 压开吸气阀, 空气压缩机开始空运转, 储气罐内压力不再上升。随着压缩空气的消耗, 储气罐内气体压力降到整定值以下时, 压力调节器内的阀体在弹簧作用下复位, 关闭去减荷阀的通路, 空气压缩机恢复正常运转, 继续向储气罐供气。

安全阀 空气压缩机排气压力超过工作压力一定值时, 使排气压力不再上升的保护装置。安全阀装在中间冷却器、排气管和储气罐上, 平时处于关闭状态, 当气体压力达到安全阀整定值时, 气体推动安全阀内的阀体, 将多余气体经安全阀排气孔排出, 防止压力继续升高发生事故。安全阀的整定压力一般不超过正常工作压力的 10%。

释压阀 当空气压缩机、排气管或储气罐内气体爆炸时, 防止空气压缩机系统受到破坏的保护装置。释压阀安装在储气罐出口管路上, 其结构如下页图所示。当空气压缩机、排气管或储气罐发生爆炸时, 压力会突然上升, 当压力达到最高工作压力的 1.25 倍以上时, 保险螺栓立即被作用在活塞上的轴向力拉断, 活塞被推出, 高温、高压气流通过防护罩上的孔排入大气, 迅速释压。

断油保护 空气压缩机润滑系统断油或油压过低时报警和自动停机的装置。常用的有压力控制器或电接点

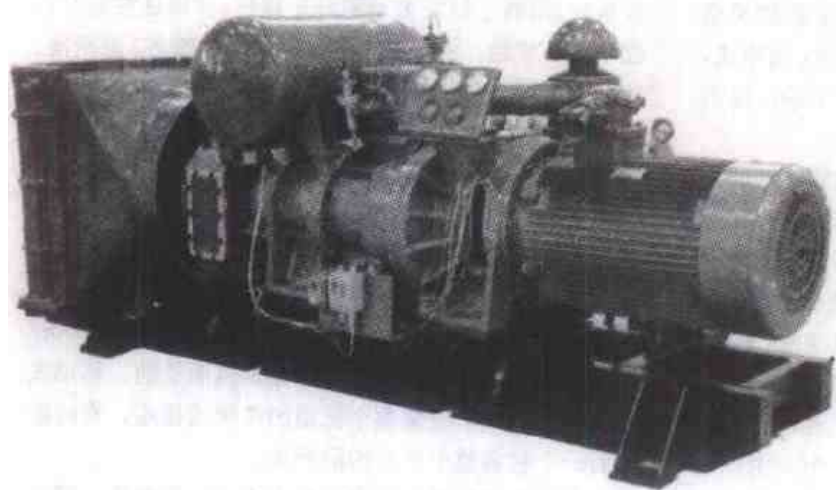
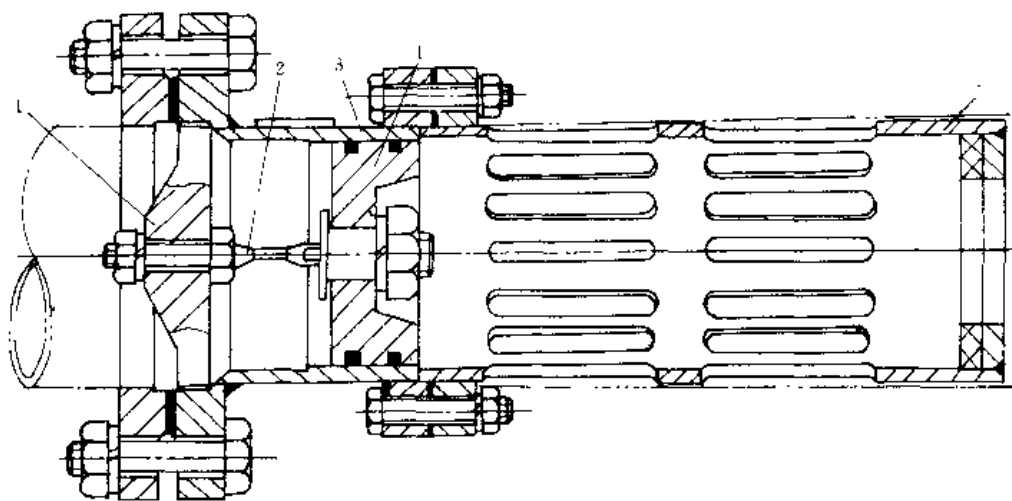


图3 矿用防爆螺杆式空压机外观



活塞式释压阀

1—卡板；2—保险螺栓；3—缸体；4—活塞；5—保护罩

压力表。它们是随压力变化可使电路闭合或断开的电开关。润滑系统油压正常时，仪表内接点是断开的，当润滑系统断油或油压低于整定值时，仪表内接点闭合，控制回路内继电器动作，进行报警和停机，防止由于断油造成机械事故。油压整定值一般为 $0.04 \sim 0.10 \text{ MPa}$ 。

断水保护 空气压缩机冷却系统断水时报警和自动停机的装置。也有的断水时只发生报警信号，由司机操作停机。断水保护有开式和闭式两种。开式断水保护是在出水管路中串接一个靶式流量控制器，其动作值只与流量有关，与压力无关。当冷却水正常流动时，在靶片上产生的作用力与弹簧元件相平衡，此时微动开关的接点是断开的，空气压缩机可启动和正常运转。当冷却系统断水或流量小于工作流量 50% 以上时，靶片上作用力与弹簧力失去平衡，通过杠杆将微动开关闭合，报警装置发出信号，由司机操作或自动停机。闭式断水保护是将压力控制器或电接点压力表接到冷却管路上，断水时管路内失去压力，仪表内接点闭合，实现报警和停机。

超温保护 当空气压缩机的排气和油温超过整定值时报警和自动停机的装置。常用的有温度控制器、数字显示控温仪或电接点压力式温度计等。上述仪表均由传感元件和显示仪组成。温度控制器和电接点压力式温度计的传感元件是装有蒸发液体的“温包”，数字显示控温仪的传感元件是铂热电阻。传感元件装在一、二级气缸后排气管、储气罐和油箱内。显示仪显示温度，随温度升降电路闭合或断开。仪表温度都是可调

的，一般按规定控制上限，当温度超过整定值时，仪表内接点闭合，控制回路继电器动作，实现报警和停机。

有的空气压缩机出厂时配带自动保护柜，断油、断水、排气温度超限等均集中在保护柜上显示并控制停机。对出厂时未配带保护柜的，使用单位应按要求加装各种保护装置。除上述保护装置外，在开关柜内还装有过流和失压保护，当空气压缩机超负荷或电压低于整定值时，过流或失压继电器动作，自动断电停机。随着电子工业的发展，微处理机技术开始应用于空气压缩机的保护控制。

(刘兆文)

kongqi yasuoji fushu zhuangzhi

空气压缩机附属装置 (auxiliary device for air compressor)

包括空气滤清器、中间冷却器、后冷却器、液气分离器、缓冲器、滤油器、储气罐、消声器、机械自动排污器、冷却水软化器及冷却水系统。

空气滤清器 过滤空气，防止灰尘和其它杂质进入空气压缩机，并可降低吸气噪声。其除尘方法有过滤、旋风、转折、油浴等，经滤清后空气含尘量应小于 1 mg/m^3 。空气滤清器主要由壳体和滤芯组成，有干式、粘油式和油浴式 3 种，并根据滤芯材料不同有纸质、织物、金属、泡沫塑料等不同型式。油浴式效果最好，其内部有盛压缩机油的油池，通常还综合运用旋风、油膜和滤网等多种除尘方法，并结合消声要求，制成组合式消声滤清器（下页图 1）。中低压空气压缩机，当排气

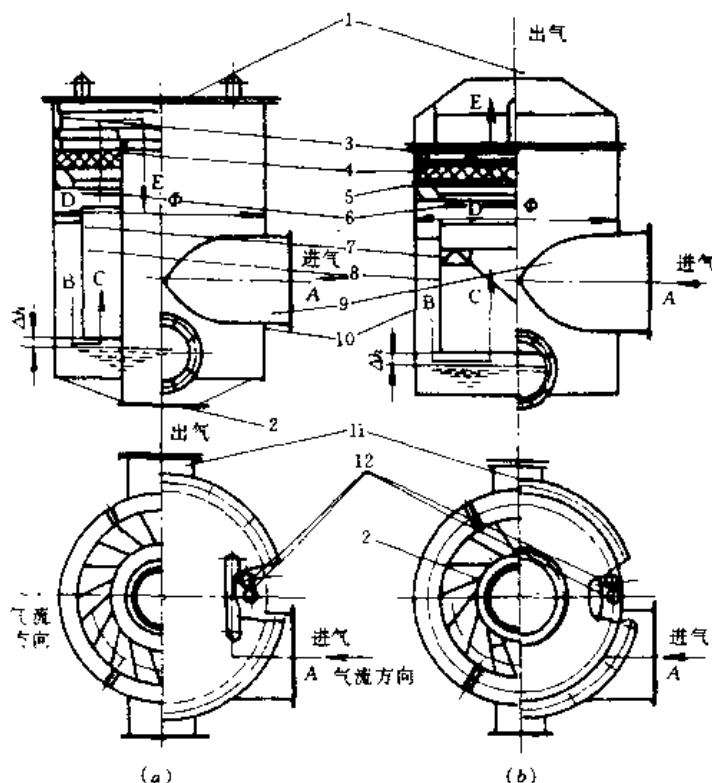


图1 组合式消声滤清器

- 1—顶盖；2—出气管；3—压阀；4—过滤网；
5—滤网夹；6—挡圈；7—旋流板；8—内筒；
9—进气管；10—外筒；11—观察窗；12—回油管

量不大于 $12\text{m}^3/\text{min}$ 时通常用纸质滤清器，排气量 $10\sim 40\text{m}^3/\text{min}$ 时通常用金属滤清器，排气量大于 $40\text{m}^3/\text{min}$ 时通常用组合式金属滤清器，排气量更大或几台空气压缩机共用的滤清器，可用百叶窗结构，也可用装有滤清器的滤气室。滤清器的阻力达到 $0.25\sim 0.55\text{kPa}$ 时应清洗。

液气分离器 使空气压缩机排出的压力空气与其中所含的油、水和其它冷凝液分离，以提高压力空气质量。其方法有转折分离、离心分离、撞击壁面分离和过滤分离。与空气压缩机成套的液气分离器通常与中间冷却器或后冷却器或储气罐组成一体，不单独设置。但喷液（油或水）空气压缩机，也有设独立液气分离器的。压风管网在适当位置须独立设置液气分离器。

缓冲器 用以降低吸、排气管内的空气脉动和消除共振及噪声。通常装在气缸吸、排气口附近，并与冷却器组合成一体。

中间冷却器 用于级间压力空气的冷却，使气缸不致过热，并提高空气压缩机效率，有水冷式和风冷式两种。水冷式中间冷却器通常由外壳、冷却芯子、液气

分离器和缓冲器组成。常见的有管壳式和元件式。管壳式多用于对称平衡式空气压缩机，元件式常用于中低压的空气压缩机。风冷式中间冷却器有列管式、型板式和元件式，通常装有吸入式风扇，多用于小型移动式空气压缩机，并多用飞轮的叶片状轮辐充当风扇。

后冷却器 装在空气压缩机排气管与储气罐之间，以冷却高温压力空气，使油和水与压力空气分离，以防储气罐爆炸和输气管网发生水击或在冬季冻结。通常与液气分离器做成一体，并多为立式结构。均为水冷式，常见的有管壳式和元件式，通常用于大、中型空气压缩机。

油冷却器和防锈水冷却器 用于冷却润滑油或冷却喷入气缸的防锈水。有水冷和风冷两种。水冷式常见的有蛇管式、管壳式和套管式。套管式用翅片管，换热效率高。风冷式油或防锈水冷却器与风冷式中间冷却器相似。用于喷油和喷水空气压缩机，换热能力大，通常设有轴流风扇，由主电动机附带驱动或另设小电动机驱动。

储气罐 又称风包。设置在空气压缩机与输气管道之间，储存一定量气体，维持供需气量之间的平衡，稳定输气管网的压力，并分离压力空气中的油水。有立式和卧式两种。析出的油水靠储气罐内的压力排出。储气罐通常设有安全阀、截止阀、压力表等。

滤油器 过滤循环润滑油，有粗滤、细滤和精滤3种。粗滤油器装于机身油池中，以保护油泵，一般用金属网，可过滤 0.8mm 以上颗粒。细滤油器装在油泵排油口之后，有毛毡式、片式、线隙式和网式，可过滤 $0.015\sim 0.4\text{mm}$ 以上颗粒。精滤油器有离心式和纸质式，可过滤 $0.002\sim 0.03\text{mm}$ 以上颗粒。

机械自动排污器 自动排泄液气分离器或储气罐分离出来的油水，常见的为浮筒式。

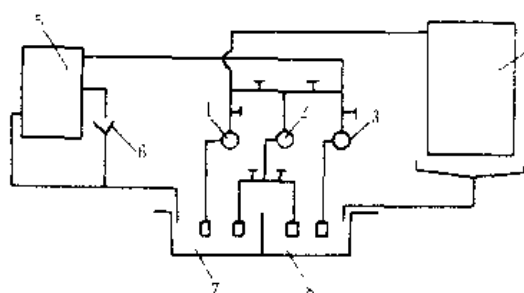
消声器 允许气流通过又能减弱或阻碍声音传播的装置。空气压缩机的空气动力噪声有进气噪声、排气噪声和放空噪声。前两种是长时的，一般高达 $90\sim 100\text{dB (A)}$ ，螺杆式的高达 135dB (A) ，后一种是短时的，但噪声强烈，故均须加以控制。空气压缩机用的消声器常见的有：①阻性消声器，对中、高频噪声消声效果好；②抗性消声器，对低、中频噪声消声效果好；③阻抗复合式消声器和微穿孔板消声器，对低、中、高频噪声消声效果好；④喷注耗散型消声器，能从声源上降低噪声。进气噪声的消声，活塞式空气压缩机主要用抗性消声器或阻抗复合式消声器；螺杆式空气压缩机主



要用阻性消声器或阻抗复合式消声器。进气消声有的单独设置,有的与滤清器结合成一体。排气噪声通常利用中间冷却器、后冷却器和储气罐的缓冲作用来控制,不单独设消声器。放空消声可用喷注耗散型消声器或阻抗复合式消声器。

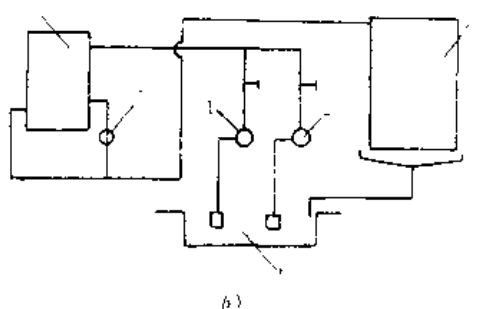
冷却水软化器 软化冷却水以防空气压缩机水套和冷却器结垢的装置。煤矿空气压缩机冷却水一般取自锅炉房,不单独设置软化器。须单独设置时,可使用高频电场软化器或磁水器,直接装在补给水管上。

冷却水系统 有直接系统和循环系统两类。直接系统适于附近有大量自然水源或用水量很小的空气压



a—冷却水开式循环系统

- 1—热水泵; 2—备用泵; 3—冷水泵;
4—冷却塔; 5—空压机; 6—出水漏斗;
7—热水池; 8—冷水池



b—冷却水闭式循环系统

- 1—冷水泵; 2—备用泵; 3—冷却塔;
4—空压机; 5—断流监视装置; 6—冷水池

图2 冷却水循环系统

缩机站。循环冷却系统(图2)应用最广泛,有开式和闭式两种,均由水泵、水池和冷却塔组成(小型空气压缩机也可不用冷却塔)。日前煤矿应用最多的是开式循环系统,但闭式循环系统更经济。

(1) 冷却水泵 目前均用普通水泵,多用人工灌水,也可自动化灌水或水泵低位安装以自动充水。更简便的是使用小型潜水泵。

(2) 冷却塔 热水从上部向下喷溅成水滴或水膜,空气由下而上或水平方向在塔内流动,与水进行热交换以降低水温的装置。有自然通风和机械通风两大类,自然通风的又有开放式和风筒式。开放式空气从侧面进入,风筒式空气从底部进入。机械通风式有抽风式和鼓风式,空气从淋水装置的下面或侧面进入。冷却塔一般由淋水装置(填料)、配水系统、通风设备、空气分配装置、收水器、塔体、集水池、进出水管等组成。目前新建空压机站多采用抽风式玻璃钢冷却塔,并将其直接安装在冷水池上。

参考书目

1. 《活塞式压缩机设计》编写组,《活塞式压缩机设计》,机械工业出版社,1974。
2. 方丹群等编著,《噪声控制》,北京出版社,1986。
3. 《给水排水设计手册》编写组,《水质处理与循环水冷却》,中国建筑工业出版社,1974。

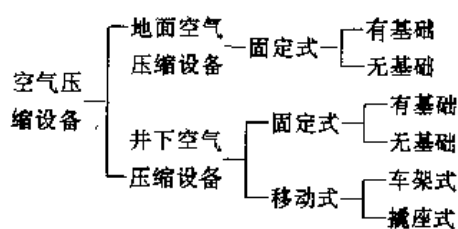
(徐培铸)

kongqi yasuo shebei

空气压缩设备 (aircompressor equipment)

压缩并输送气体的设备。压力空气(又称压缩空气,俗称压风),为风动机具提供动力源,是现代化矿井中仅次于电力的一种动力。空气压缩设备,由空气压缩机、动力设备、气力管网以及附属设备等组成。

分类 按压缩机设置地点和是否移动可分为:



地面固定式空气压缩设备 空气压缩机固定安装在地面机房内。煤矿现有生产井所用多为有基础式,近年来也有用无基础式的。

井下固定式空气压缩设备 空气压缩机和风包分别固定安装在井下两个硐室内。分有基础式和无基础式。新建矿井井下多用无基础式,在有瓦斯和煤尘爆炸危险的场合,使用矿用防爆型。

井下移动式空气压缩设备 空气压缩机组(空气压缩机、储气罐、电动机、电控设备等)安装在一台撬架或可沿轨道行走的车架上,无固定安装地点,随用气点的移动而定期移动。

空气压缩机 (见空气压缩机)。



气力管网 由压风管、管件、阀门、附属器件和管路支撑等组成。属低压管网，工作压力不超过 0.8MPa。

压风管 使用最多的是无缝钢管和输送水煤气钢管。直缝高频焊接钢管可代替无缝钢管，且价格较低。玻璃钢管具有耐腐蚀、重量轻、阻燃和抗静电等优点，是近年开发的一种适合矿井条件的新型管材。

管件 有一般管件、支撑管件、连接管件和伸缩器等。

阀门 有闸阀、逆止阀、安全阀、释压阀、底阀（冷却水泵用）和其它辅助用小口径阀门。

管路支撑 有支承梁、支承座、支墩、托架和吊箍等。

附属设备 （见空气压缩机附属设备）。

动力设备 由原动机和控制设备等组成，有电气和非电气两类。电气设备包括由电动机、电控设备、保护监测装置等，应根据使用场所的瓦斯和煤尘情况选用矿用一般型或矿用防爆型。非电气类动力设备的原动机有柴油机、燃气轮机和汽轮机。

电动机 有笼型异步电动机、绕线转子异步电动机和同步电动机 3 种。地面空压机电动机功率 250kW 以下者均采用低压笼型或绕线转子型异步电动机。用于井下的防爆空气压缩机均配低压隔爆笼型异步电动机。功率 250kW 及以上者多为高压，但螺杆式空气压缩机因转速高，采用笼型或绕线转子异步电动机，活塞式因转速低，均采用低速直联同步电动机，并有联轴器联接和悬挂式两种。

电控设备 异步电动机的起动方法和电控设备与排水设备的相同或相似。同步电动机以异步方式起动，其起动设备除与笼型异步电动机的相似外，还配有励磁装置，近年来多用晶闸管励磁柜。此外，还有自动保护柜（又称操作台）。中国生产的空气压缩机电控设备有手动控制和自动控制两种，还可生产多机联动或微机控制设备。

保护监测装置 （见空气压缩机保护装置）。

参考书目

1. 亚·谢·伊里伊契夫著，《矿山压缩空气设备》，燃料工业出版社，1955。

2. 白铭声等编，《流体力学与流体机械》，煤炭工业出版社，1980。

（徐培钙）

kuaisu duandian baohu

快速断电保护 (high speed disconnection protection) 供电系统发生漏电或短路故障时，采用

故障信号快速取样与鉴别、断电指令脉冲形成和快速断电执行机构等方法。通过断电执行机构快速切断供电电网路的电源或切断故障点能源供应的一种综合保护措施。它不同于一般的继电保护，也不同于只保护单台电机、电器的一般电气防爆技术（如隔爆外壳等），虽与本质安全电路的安全性能相当，但它可用于强电电路。与其它电气安全及防爆技术措施配合使用，可使包括电缆在内的矿井供电系统具有整体防火、防爆安全性能，保证供电系统的防爆安全程度达到引燃爆炸危险性介质的概率不大于千分之一。

简史 1952 年，苏联斯柯钦斯基矿业研究所 Н·Ф·什士金（Н·Ф·шишкин）教授首先提出在有爆炸危险介质的条件下建立防火防爆安全供电系统的课题。但是由于外部条件不成熟，一直停留在理论研究阶段。近年来随着现代电力电子技术的发展，才使这一安全技术获得工业应用。

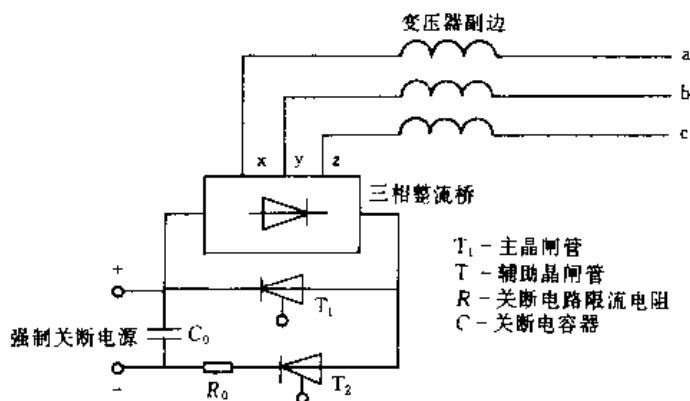
1977 年苏联首次研制成功 АББК—2.5 (2.5kVA、380/127V) 快速断电无触点起动装置。该装置在有煤与瓦斯突出危险的顿巴斯中部矿井工业应用，成功地防止了多次爆炸事故的发生。从而苏联《煤矿与油母页岩矿安全规程》1980 年修改了有关条文，允许在有煤与沼气突出危害的矿井使用电能进行采掘工作。80 年代，苏联、德国、中国、波兰等国为了实现矿井采区电网整体防火防爆安全，先后研制了不同用途的各种“快速断电”开关装置，如馈电开关、移动变电站等。额定电压可至 1140V，额定电流可达 400A；移动变电站的额定容量已达 100kVA。1988 年，中国先后研制成功具有快速断电功能的真空馈电开关（660V、1140V、400A）、煤电钻变压器综合保护装置（660/127V、2.5kVA）和移动变电站（6000/660V、100kVA）。这些新产品已扩大应用，并正在开发研制新的系列品种。

基本原理 快速断电安全技术的本质，是用各种方法和技术防止在电网发生漏电或短路故障时电火（漏电火花和短路电弧的统称）外露，从而防止故障电火引燃周围爆炸性介质。其基本原理可用式（1）表示。

$$T_0 < T_x \quad (1)$$

式中 T_0 为从故障发生瞬时至故障切除的全断电时间，ms； T_x 为电气故障引起电火灾或引起瓦斯爆炸等恶性事故的形成时间（简称“故障形成时间”，ms）。

故障形成时间 T_x 矿井供电系统的故障形成时间包括电火灾、隔爆外壳喷出电弧及其生成物和电缆（主要是软电缆）受机械损伤形成外露电火花引起爆炸事故的时间，实验研究表明最小故障形成时间为 5ms。



中性点开关原理图

T_1 —主晶闸管； T_2 —辅助晶闸管；

R_0 —关断电路限流电阻； C_0 —关断电容器

(1) 电火灾的故障形成时间 因电气故障致使电气设备和电缆着火称为电火灾。形成电火灾的时间，以电缆的着火时间最短，为 10~15s。

(2) 隔爆外壳失爆的故障形成时间 实验研究表明，当隔爆外壳内发生短路电弧且其存在的时间大于 100ms 时，隔爆外壳将烧穿，喷出电弧和灼热的电弧生成物；而当电弧存在的时间为 10~100ms 时，电弧及其生成物将顺隔爆间隙喷出。7000℃的电弧及其生成物喷出必将引燃周围的爆炸性介质。也就是说，隔爆外壳内的短路电弧存在的时间大于 10ms 时，隔爆外壳便失去了固有的隔爆性能。隔爆外壳的故障形成时间为 10ms。

(3) 电缆受机械损伤的故障形成时间 电缆是矿井供电系统最薄弱的环节，它最易受到各种机械损伤。电缆故障形成时间取决于破坏速度以及电缆护套的密封作用。电缆芯线受到破坏形成漏电火花或短路电弧，这些故障电火将被护套密封一段时间。电缆受破坏形式有矿井巷道冒顶片帮砸伤、采煤机截齿切割、爆破飞行物刺伤等，后者的故障形成时间最小为 5ms。

全断电时间 T_0 可用式 (2) 表示：

$$T_0 = T_1 + T_k \quad (2)$$

式中 T_1 为故障信号的取样时间与快速断电继电保护动作时间之和，ms； T_k 为开关装置的全切断时间。

$$T_k = t_g + t_h, \text{ ms}$$

式中 t_g 为开关装置的固有动作时间，从接到断电指令至开关完成分断动作的时间，ms； t_h 为有触点电器从触点分断至电弧熄灭的时间，也称燃弧时间；无触点电器从开始阻断至回路的电流完全消失的时间，ms。

实现 $T_0 < T_x = 5\text{ms}$ 的一整套技术与电气设备称

为“快速断电安全技术”。

一般的电气设备不能完成上述的技术任务。只有满足 $T_0 \leq 3\text{ms}$ 的继电保护才定义为“快速断电保护”。只有全切断时间 $T_k \leq 2\text{ms}$ 的开关才定义为“快速断电开关装置”。

快速取样 包括快速短路取样环节和快速漏电取样环节。采用无电磁惯性的取样方法保证取样的快速性。如快速短路取样环节可采用电流变化率转换器。取故障电流变化率 (di/dt) 作为故障信号。电流变化率转换器与电流互感器的区别在于，它的铁芯带有空气隙，线圈副边以高阻状态输出。由于副边近于开路状态，因此其输出信号与 $(L \cdot di/dt)$ 成正比。 L 为转换器的电感； di/dt 为故障电流的变化率。由于铁芯带有空气隙，保证了输出信号的高线性度。又如快速漏电取样环节可采用“3C-R 零序滤波器”取样。三个取样电容器分别接于电网的三相，电容器的另一端接为星形，星形与地之间接一取样电阻器，发生漏电故障时，流过电容器的电流突变，从而达到快速取样的目的。

动作整定原则 快速断电短路保护按式 (3) 整定

$$\frac{d(i_a^{(p)})}{dt} / dt = k di_a / dt \quad (3)$$

式中 $d(i_a^{(p)})/dt$ 为最小两相短路电流的变化率， A/t ； di_a/dt 为最大电动机起动电流变化率； K 为灵敏度系数，可取 $K=1.5 \sim 2$ 。计算取样时间时，应考虑不同的故障电流的初相位。

快速断电流电保护按式 (4) 整定，可取单相对地漏电绝缘电阻人身电阻的上限值，可取 $3.46\text{k}\Omega$ 。

$$I_{as} = I_{Lm} \quad (4)$$

式中 I_{as} 为快速断电流电保护漏电流的动作整定值，A； I_{Lm} 为单相对地绝缘电阻动作下限值所对应瞬态漏电流的最大峰值，A。

计算取样时间时，取对地绝缘电阻动作上限值进行校核（并考虑不同故障初相位时的各种情况）。

由于短路和漏电的暂态方程都是超越方程，因此求解取样时间可用图解法或用数值分析法。

应用 实现全切断时间 (T_k) 小于 2ms 的开关技术与装置有多种方案：

(1) 移动变电站和煤电钻变压器综合保护装置可采用半导体中性点开关作快速电开关，如图所示。中性点开关的实质是将三相交流网络的通断变成单相直流开关技术，采用强制关断技术控制一个开关元件。将星形接线的变压器的副边中性点解开，接于三相全波整流器的三个交流输入端。整流器的输出端接一半导体

开关如 GTO、GTR 或普通晶闸管等。图中所示为普通晶闸管 T_2 。 T_1 触发开通, 变压器中性点闭合正常工作。 C_0 、 R_0 和 T_2 组成强制关断环节。当发生故障时, 快速断电指令触发 T_2 使其开通, 从而将 C_0 上已预先充满的反向电压加于主晶闸管 T_1 , 令其强制关断, 之后因 C_0 被反向充电而使 T_2 关断, 变压器中性点断开负荷侧断电。全关断时间 $T_k < 0.5\text{ms}$ 。

(2) 采用快速断电开关和半导体短接器。断电指令发出时由短接器短接馈电开关的出口, 由快速断路器最终遮断故障电流。短接器的动作时间为晶闸管的开通时间。

(3) 采用快速熔断器, 快速遮断短路电流, 遮断时间为熔断器的全熔断时间; 采用快速旁路漏电故障相的方法, 旁路漏电故障点, 晶闸管旁路开关的开通时间为微秒级。

参考书目

1. Н. В. Шишкин В. Ф. Атонов 《Основные направления электрофикации современных шахт》 МОСКВА 1981.
2. В. Г. Фрокин 《Быстродействующая защита шахтных участков сетей》 МОСКВА 1986.

(张丙军)

kuangche

矿车 (mine car) 由机车或绞车牵引, 运送煤炭、矸石、器材、设备和人员的车辆。矿车主要用于矿井井下巷道、井筒以及地面的轨道运输, 是煤矿中用量最大、应用最广的一种运输设备, 常用轨距为 600、762、900mm。

分类 按用途分为运送煤炭和矸石的矿车、运送人员的人车、运送材料和设备的专用车辆。按卸载方式分为固定车箱式矿车、翻斗式矿车、底卸式矿车、侧卸式矿车、仓式列车、梭行矿车 (见梭行矿车) 等。

固定车箱式矿车 依靠专用卸载设备卸载, 由车箱、车架、轮对、缓冲器及连接器等部件组成 (图 1)。目前常用的容积为 $1.1 \sim 3.3\text{m}^3$ 。车箱与车架固定联结, 车箱是承受货载的箱体, 由低碳钢板焊接而成, 车架是矿车的基础构件, 由两根纵梁和横梁构成框架, 能承受牵引力。缓冲器装在车架两端, 用以缓和两矿车之间的冲击力。缓冲器分为刚性缓冲器和弹簧缓冲器。刚性缓冲器结构简单, 但缓冲效果不佳, 易使车架遭受破坏而缩短矿车寿命, 仅适用于小型矿车; 弹簧缓冲器一般只能缓冲碰撞冲击, 不能缓冲牵引冲击。而单杆或双杆式弹簧缓冲器既可缓冲碰撞冲击, 也可缓冲牵引冲击。将矿车连接成车组并传递牵引力的连接器应有足够的可靠性, 且操作简单, 以保证矿车编组和分解时的

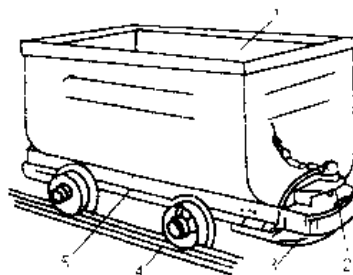


图1 固定车箱式矿车

1—车箱；2—连接器；3—缓冲器；
4—轮对；5—车架

安全。矿车连接后, 在垂直方向和水平方向须有一定的自由活动量, 使矿车在曲率半径小的弯道上和坡度不一致的倾斜巷道内运行自如。连接器按其作用方式, 分为普通型和自动型; 按结构分为可回转的和不可回转的。普通型不可回转连接器有单环链和三环链, 适用于翻斗车、固定车箱式矿车的连接。可回转连接器有万能链, 是固定车箱式矿车在圆形翻车机内不摘钩卸载时使用。上述各种普通连接器必须使用插销方可连接矿车。自动连接器亦分为可回转和不可回转两种, 它使用方便、操作安全, 但结构复杂, 仅用于大型矿车连接。轮对由一根车轴和两个车轮组成。轮轴采用滚动轴承, 车轮用铸钢制成, 车轮踏面呈截锥形, 以保证矿车沿轨道中心运行。

翻斗式矿车 由 V 形或 U 形断面车箱、手动或脚踏连杆、翻转轨、车架等组成。车箱依靠重载重心与空载重心的转换进行翻转卸载与恢复原位 (图 2)。常用

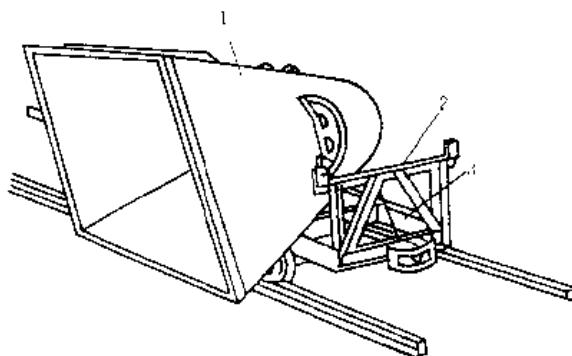


图2 翻斗式矿车

1—车箱；2—翻转轨；3—车架

的容积为 $0.6 \sim 1.7\text{m}^3$ 。

侧卸式矿车 由一侧或两侧的活动侧门、拉杆、卸载曲轨、翻转车箱等组成。在行驶中借用卸载站的卸载

曲轨打开一侧或两侧卸载门进行卸载（图3）。常用的容积为 $2.2\sim 5.5\text{m}^3$ 。

底卸式矿车 由车箱、翼板、活动车底组成，有整体车底底卸式、两段车底纵向底卸式和两段车底横向底卸式。卸载时，矿车在行驶中，带翼板的车箱在托轮组上运行，活动车底沿卸载曲轨逐渐打开卸载，然后又在行驶中逐渐关闭（图4）。常用的容积为 $3.3\sim 5.5\text{m}^3$ 。

仓式列车 由多辆不设端板的矿车、刮板输送机或板式输送机（亦有用扒斗机构的）等组成。装载时先装满车箱前端，物料装到一定高度后，输送机开始逐渐

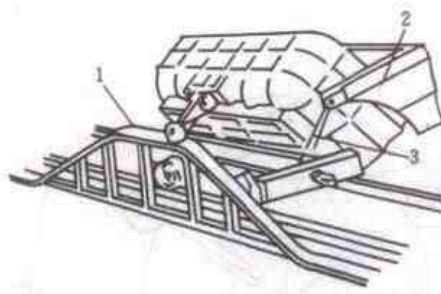


图3 侧卸式矿车

1—卸载曲轨；2—侧门；3—拉杆

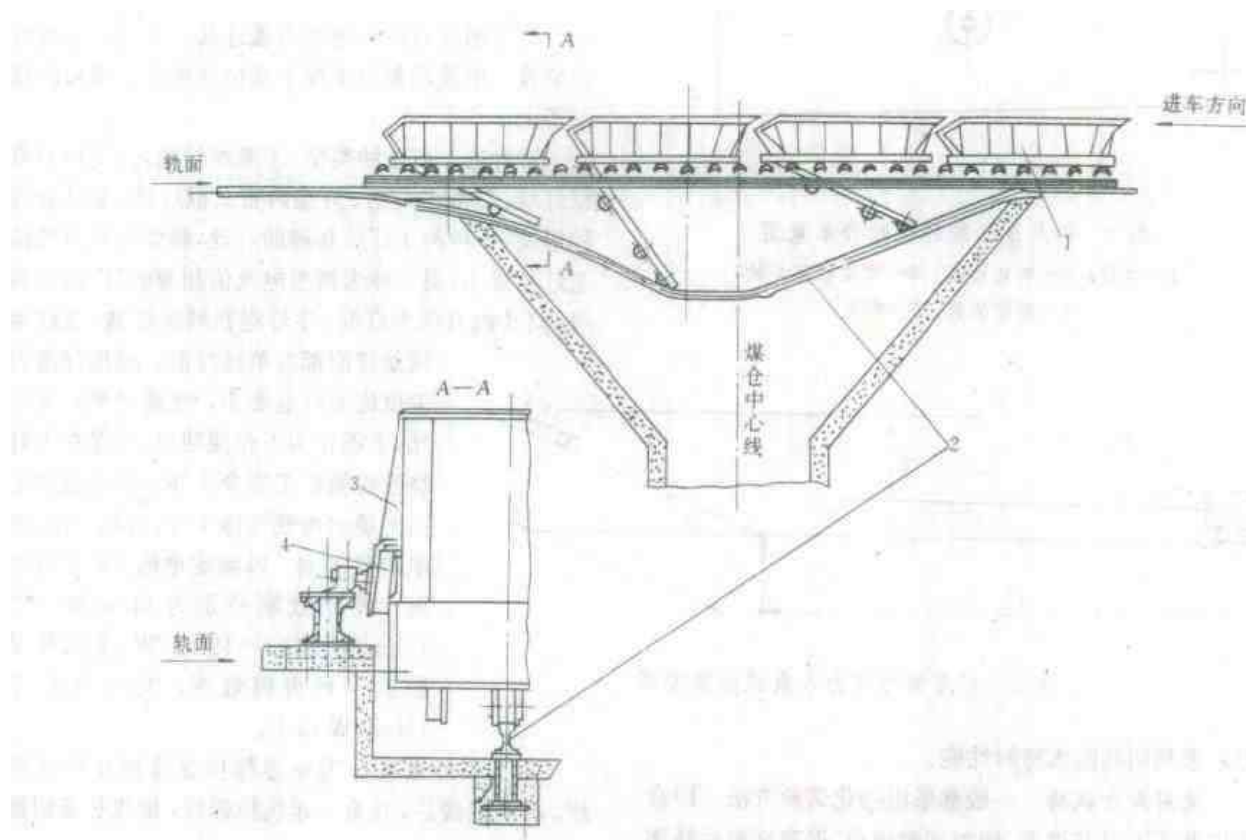


图4 底卸式矿车与卸载坑

1—底卸式矿车；2—卸载曲轨；3—托轮组；4—翼板

向前移动，直到装满列车。卸载依靠输送机完成。

使用大型矿车是矿井窄轨运输的发展方向。

（刘学斌）

kuangche chelun shiyan

矿车车轮试验 (testing of minecar wheel)

在专用试验台上，模拟煤矿井下使用环境，按照规定的程序和内容，对矿车车轮的性能指标、技术参数进行测试，以验证和考核矿车车轮的设计、加工和装配质量。

试验内容 包括防尘、防水密封试验、使用寿命试验和运行阻力测定。

防尘密封试验 将试件装入存有一定规格细煤粉的密封容器里，密封容器内定时间歇喷灰（模拟煤矿井下的煤尘飞扬环境）。试验到规定时间后取出试件，测量其轴承和密封件内的进灰量，以判别其防尘密封性能。

防水密封试验 将试件装入盛有定量清水的密封容器里，车轮运转至一定时间后，取出试件并迅速擦净表面的水迹，进行称重。计算试件在试验前后的质量

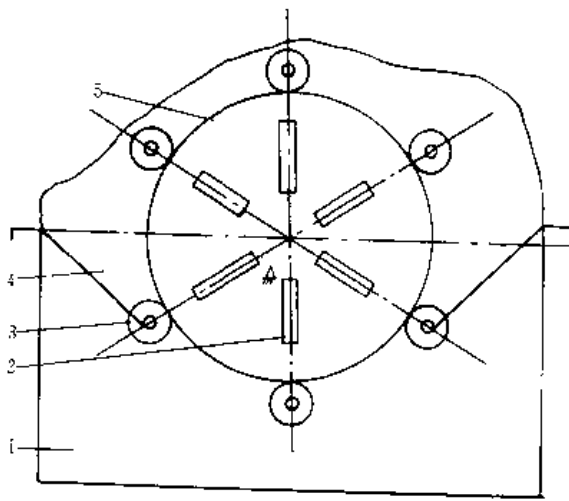


图1 矿车车轮旋转试验台示意图

1—水箱；2—加载油缸；3—被试矿车车轮；
4—固定装置；5—轨轮

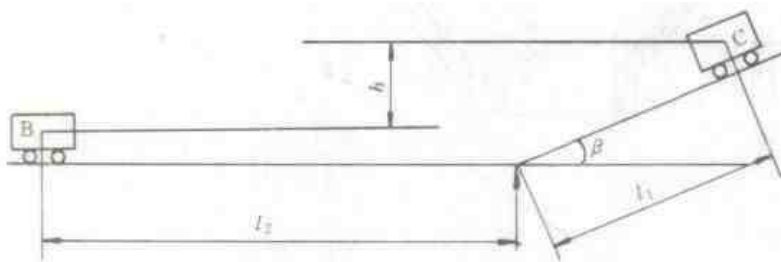


图2 矿车运行阻力系数试验原理图

差，来判别其防水密封性能。

使用寿命试验 一般都采用强化试验方法。即在模拟井下工况条件下，增加试验载荷、提高试验运转速度的办法。试验在专用的强化试验装置中进行（图1）。用油缸加载将车轮压在轨轮上，以轨轮转动带动车轮运转，形成车轮在轨轮上运行的工况。试验到规定时间后，检查车轮轴承是否失效。

运行阻力测量 根据能量守恒定律，当矿车在一定高度时，具有一定的势能，在无外力的作用下，势能全部用于克服车轮各种阻力所做的功，从而测定出矿车车轮的运行阻力系数。试验时，先将被试车轮静止在斜坡上的一个固定位置（图2）。然后让其自由下滑，直至滑行到水平轨道上，自由停止于某一位置。测量被试车轮在水平轨道上滑行的距离，根据能量守恒定律可计算出运行阻力系数。

（黄福奎）

kuangdeng

矿灯 (head lamp) 又称头灯、帽灯。矿工头戴式照明灯。为煤矿井下携带式照明灯具，供矿工个人井下照明使用。

组成 矿灯主要由灯头、矿工帽灯电线和蓄电池电源组成。灯头内包含有一个或数个光源，蓄电池通过电缆对其供电。

灯头 矿灯的照明器部分，由灯头壳和安装在灯头壳内的反射器、灯泡、灯泡座、充电开关以及灯头圈、灯面玻璃、帽钩等零部件组成。灯头的照明和充电回路如下页图1所示。

灯头通过电缆与电池上盖连接。上盖内有电缆固定装置。电缆端部以电极卡连接在电池正负极的接线端子上。

矿灯泡 有3种类型：①单丝灯泡，灯泡内只有一根灯丝。②双丝灯泡，灯泡内有二根灯丝。它又分为两种形式：一种为主灯丝和辅助灯丝，辅助灯丝电流值比主灯丝要小；另一种为两根电流值相等的灯丝。③双灯泡，灯头内有两个灯泡：主灯泡和辅助灯泡。主灯泡和

辅助灯泡都为单丝灯泡。辅助灯泡因电流值比主灯泡要小，光能量低，又不聚光，不能作为工作照明用，只是在主灯泡烧毁时使矿工安全上井。矿灯泡按泡壳内充填的惰性气体来分，有氩气泡、氦气泡和氙气泡。以额定电压4V矿灯泡为例，发光效率分别为9Lm/W、10~11Lm/W和11~12Lm/W。近几年又发展了一种卤钨灯泡，发光效率可达13Lm/W以上。

矿工帽灯电线 为铜芯橡皮绝缘橡皮护套软电线，有两根线芯，具有一定抗拉强度，橡皮护套耐酸碱并具有阻燃性。

蓄电池电源 有铅酸蓄电池和碱性蓄电池二种。

分类 以携带方式来分有手提灯和帽灯（或称头灯）两种。在中国目前使用的矿灯都为帽灯。以蓄电池类型来分有铅酸蓄电池矿灯（俗称酸性矿灯）和碱性蓄电池矿灯（俗称碱性矿灯）两种。此外在矿灯基础上派生出瓦斯报警矿灯。

酸性矿灯 以铅酸蓄电池为电源，电源由两个单体电池串联而成。每一单体电池包含有正极板、负极板和隔板。极板组装入蓄电池槽内，用电池盖盖紧密封。蓄电池槽由硬质橡胶或高强度工程塑料，如聚碳酸酯、ABS、MBS等塑料制成（下页图2）。

酸性矿灯与碱性矿灯相比，优点是单体电池电压高，为2.0V，且价格低廉。缺点是使用寿命短、机

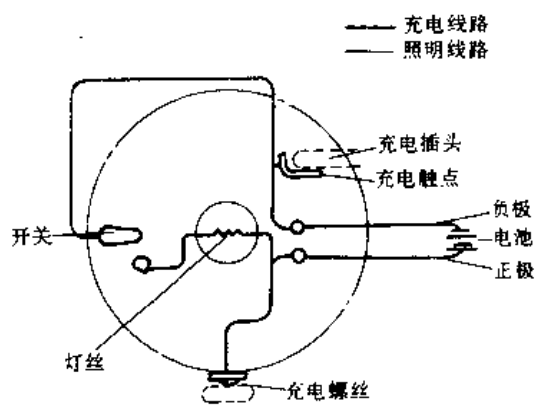


图1 灯头的照明和充电电路示意图

械强度差，要正确维护，不要过充电和过放电。

用铅酸蓄电池的矿灯按结构特征又可分为普通、少维护和免维护3类。普通铅酸蓄电池在规定运行条件下约15天需补一次水，少维护铅蓄电池补水周期在2个月以上，正负极板栅采用低锑合金或铅钙合金，显著减少充电时析气量，蓄电池槽采用透明工程塑料或采用不透明工程塑料但装设有透明窗。免维护铅蓄电池在使用寿命期内无需补水和调整电解液密度。采用的免维护方法是，首先板栅材料采用不含锑的合金，如铅钙合金，具有高析氢过电位，从而控制充电时氢气的发生。其次，电池做成阴极吸收式，即采用氧循环的密闭反应，使正极发生的氧气在负极上反应吸收，还原成

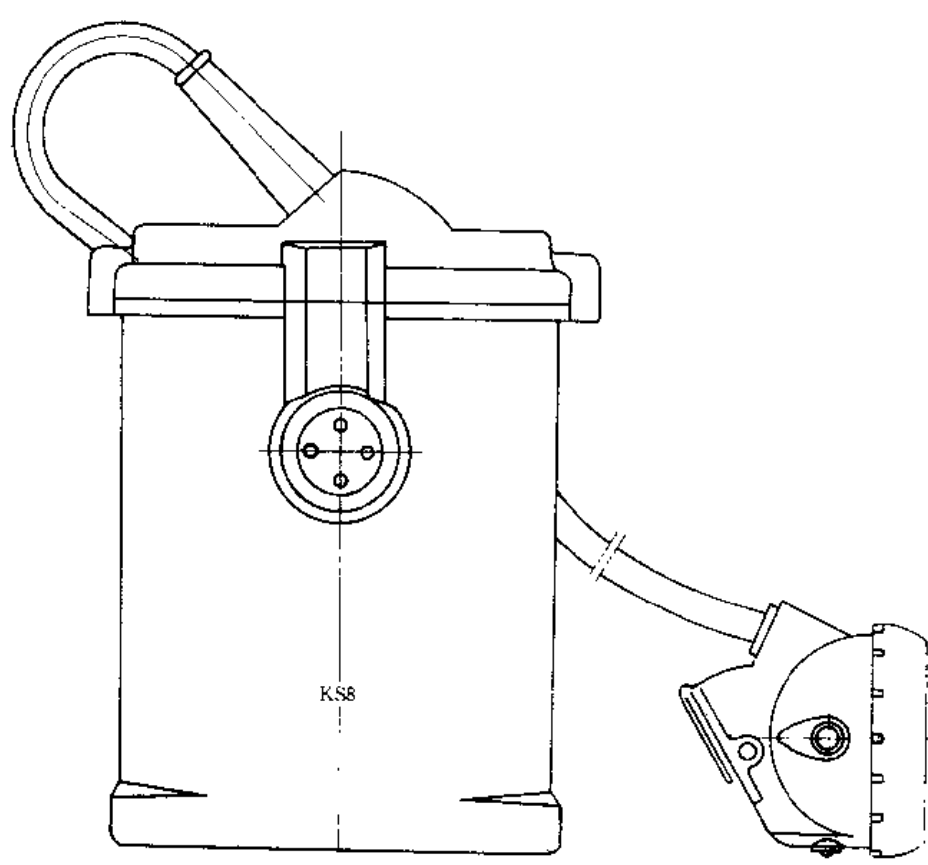


图2 酸性矿灯

水。

碱性矿灯 以碱性蓄电池为电源，电源由两个或3个单体电池串联而成。每一单体电池包含有正极板、负极板和隔板。极板组装入蓄电池槽内，蓄电池槽采用尼龙、ABS、MBS、乙烯丙烯共聚体等制成。碱性矿灯透气结构是关键部分，它既要保证在充电过程中电池内部的气体能畅通排出、在使用过程中矿灯处于任何位置不会漏液，又能隔绝外界空气、防止空气中二氧化

碳进入电池内与电解液起化学反应。其外形如下页图3所示。

碱性矿灯的优点是：寿命长、机械强度好。结构坚固可靠、容易维护，对过充电和过放电不大敏感。缺点是单体电池电压低，为1.25V，价格高。

瓦斯报警矿灯 矿灯与瓦斯报警器合成的产品，具有井下照明和瓦斯超限自动报警两种功能。它能连续监视矿井大气中瓦斯浓度，超限时自动报警具有一

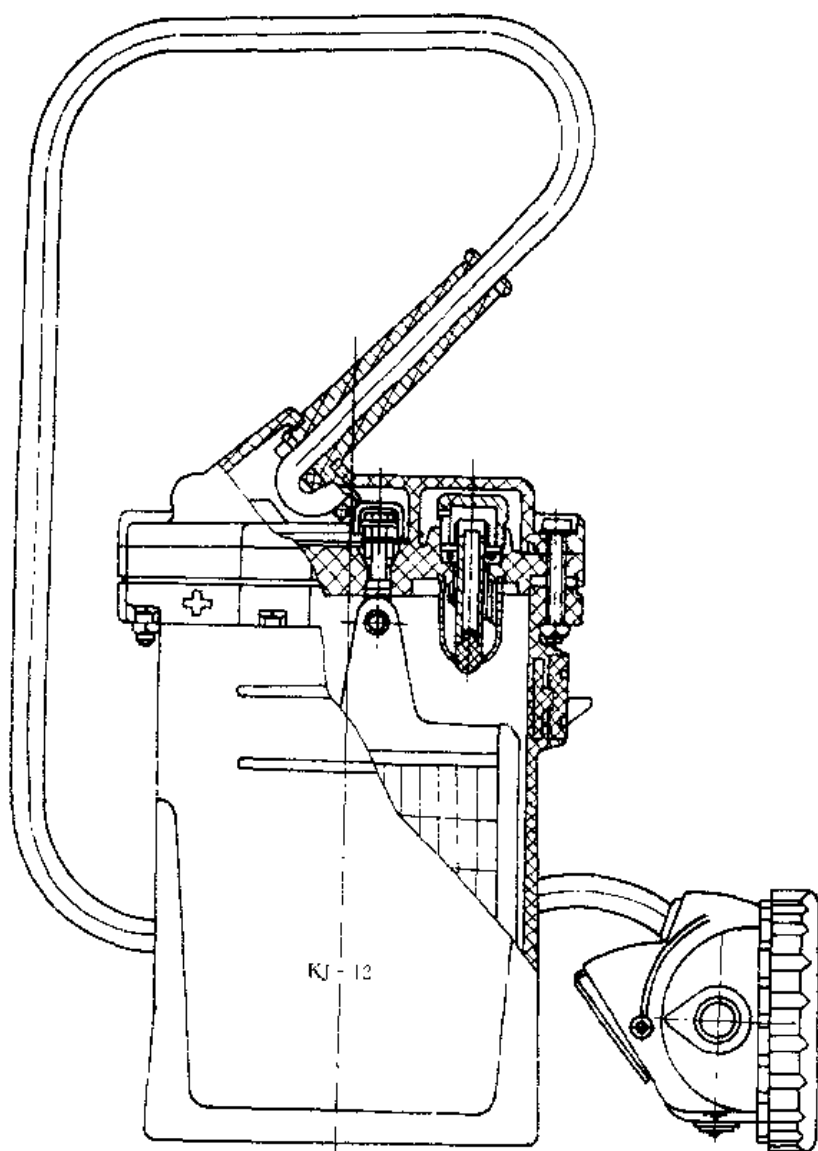


图3 碱性矿灯

种预警作用,适用于有瓦斯的瓦斯突出危险的矿井,可防止瓦斯事故的发生。

瓦斯报警矿灯由传感器、报警电路、灯头、电缆和蓄电池组成。按结构形式可分为两类,一类是整体式,传感器、报警电路与矿灯连成一体,另一类是分体式,传感器和报警电路独立于矿灯之外自成一体(下页图4)。

瓦斯报警矿灯报警点可在甲烷含量 0.5%~2.0% 范围内任意选定。报警方式有两种,一种是闪光报警,即甲烷浓度达到报警点时矿灯泡发出一明一暗报警信号;另一是声光报警,即甲烷浓度达到报警点时除矿灯泡发出闪烁信号或有光标显示外并有报警声响。

简史与发展趋势 矿工个人携带的矿灯约在 18 世纪于欧洲出现,它是一种油灯,英国化学家 H. 戴维 (H. Davy) 于 1815 年创造发明了新结构安全灯。在戴维灯的基础上,英国 W. 克莱尼 (W. Clanny)、比利时缪瑟勒 (Mueseler) 和法国马索 (Marsaut) 作了改进,制造出火焰安全灯,在油灯上装有专用金属网,显著提高了灯的安全性能,可用于高浓度瓦斯矿井。19 世纪中叶出现了新型矿灯—沃尔弗 (Wolf) 汽油灯和乙炔灯。这两种灯亮度高,除作为照明外,还可用来测定在煤矿大气中爆炸性气体的浓度,因此在瓦斯和煤尘爆炸危险的矿井得到广泛应用。1879 年爱迪生发明的白炽灯为矿灯发展开辟了新的领域。第一个以蓄电池为电源的电气安全灯是于 1885 年由 J. 斯旺 (J. Swan) 发明,重量约 9 磅。起初灯的亮度不及乙炔灯,随后白炽灯采用钨丝并充填惰性气体,发光效率大幅度提高,从此电气安全灯在煤矿才得到广泛使用,煤矿照明灯具的光源由电光源代替了热光源。

现代国际上矿灯灯头一般都设有可调焦距装置,并都采用双光源,灯泡光通量 40Lm 左右,容量 10Ah 以上,重量 2.3~2.5kg。电池槽有的采用透明工程塑料,有的虽不采用透明塑料,但装设有透明窗。近期还研制出密闭隔镍蓄电池矿灯及少维护和免维护铅酸蓄电池矿灯。卤钨灯泡得到较为广泛的使用。

以白炽灯为光源的矿灯因光束非常窄,亮度不高,美国于 70 年代开始探索以荧光灯作为光源,研制出荧光帽灯,光通量比白炽灯矿灯提高 4 倍。

瓦斯报警矿灯是苏联和东欧一些国家于 70 年代初首先开始研制,苏联研制的 CMC-1 型瓦斯报警矿灯报警精度 $\pm 0.30\% \text{CH}_4$,传感器设置在灯头上,而报警电路在上盖内,电源为镉镍蓄电池,全灯重量 2.5kg。波兰研制了一种附装在 RC-12 型碱性矿灯电缆当中的瓦斯报警器,重量 250g,由发光二极管显示报警。英法 Oldham 公司 1982 年研制出 MT-2 型瓦斯报警矿灯,精度为甲烷浓度的 $\pm 10\%$,传感器和电路均安装在灯头上,电源为少维护铅蓄电池,容量 15Ah,

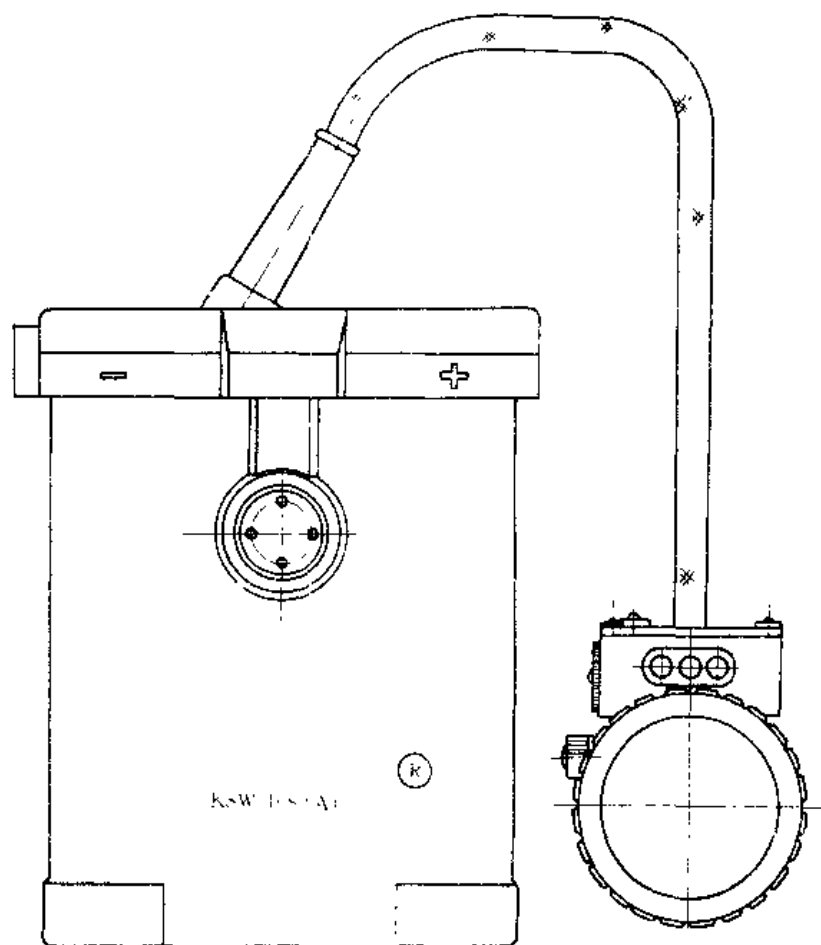


图4 瓦斯报警矿灯

双灯泡，主灯泡为1A卤钨灯泡，全灯重量2.7kg。

中国于60年代研制成容量8Ah、氩气灯泡、光通量22Lm、重量2.3kg的酸性矿灯，在煤矿得到广泛的应用。60年代后期至70年代，为提高酸性矿灯性能，研制出容量7Ah、氩气灯泡、光通量22Lm以上、重量仅1.6kg的矿灯。在此期间还研制出以极板盒式镉镍蓄电池为电源，2.5V、12Ah、灯泡1A、光通量22Lm、重量1.9kg的碱性矿灯，具有双光源和调焦机构的灯头，设有透明窗的电池槽及瓦斯报警矿灯。瓦斯报警矿灯的报警点（在1%CH₄时）报警误差大多为±0.2%CH₄。80年代末开始探索免维护酸性矿灯，电源为阴极吸收式阀控密封铅蓄电池，电池盖上设安全阀，免维护铅蓄电池是蓄电池研究方向，尚存在寿命较短的问题。到目前酸性矿灯和碱性矿灯都已形成系列。

参考书目

D. A. Trotter, The Lighting of Underground Mines, Houston; Gulf, 1983.

（项志荣）

kuangjing dimian gongdian xitong

矿井地面供电系统 (surface power supply system)

由矿井地面供电线路、变电所和配电所组成，向各生产和生活设施的用电设备提供电力的系统。供电电源引到矿井地面变电所后，经变压和负荷分配，把电能送到地面和井下各变、配电所。

高压供电系统 地面高、低压电气设备较集中的场所（例如：矿井选煤厂、机修厂等）和各车间高压电动机等，均由地面变电所以6（10）kV电缆分别馈出；两翼风井、居住区或工业场地外的其他用电设备，一般由地面变电所以6（10）kV架空线馈出。距变电所较远的其他低压负荷，例如水源井泵房等，由地面变电所用6（10）kV架空线送到用户附近的变电亭供电。而井下主变电所和大型矿井的综采工作面电源，亦由地面变电所用电缆馈出。

为了减少地面变电所馈出线回路数，对于一、二级负荷用户，也可以构成环形供电方式。例如：主井和副井提升机房，可由地面变电所各引出一回高压电缆，并



在两提升机房之间设一回联络电缆。

高压供电系统中接入感应电动机和变压器等设备时,会使电网中的功率因数降低。当总的自然功率因数低于 0.9 时,应采取措施予以提高。提高方法除选用同步电动机外,通常采用静电电容器。

低压供电系统 变电所附近的低压用电设备可由所内变压器供电。各车间的低压负荷由车间变、配电所供电。矿井选煤厂中有大量低压负荷,应设置单独的变电所,并在主厂房及其他车间设配电点对各低压设备供电。

在低压母线上自然功率因数低于 0.9 时,应采用静电电容器补偿。对于负荷或电压波动较大的母线,应设置带自动投入的补偿装置。

动力、照明用电一般共用变压器;电压波动超过允许值时,可采用有载调压变压器,或分别设置变压器;

大型矿井或照明负荷较大的处所,照明用电宜单设变压器。照明的备用电源可取自动力变压器,或另一段母线上的照明变压器。

地面变电所 又称矿井地面主变电所。设在地面,是全矿井供电的变、配电中心。电源引到矿井后,首先经过地面变电所,把电能以高压或低压分配到地面和井下各变电所和配电点。变电所通常设在工业场地内,接近负荷中心,进出线方便,污染较小,没有洪水、滑坡和地表下陷等威胁。对于地震烈度为 7 度以上地区,其房屋建筑和有关电气设备应采取防震措施。

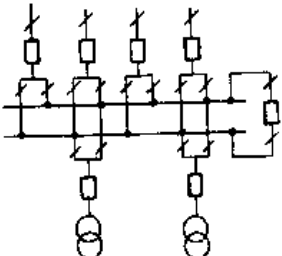
变电所主结线 根据进、出线回路数、负荷大小、电压等级、电源距离、主变压器台数、容量及绕组数等因素,决定主结线方式。应简单、可靠、运行方便。通常采用桥形结线,单母线分段及双母线结线,详见表 1。

表 1 变电所主结线表

结 线 简 图		说 明
桥 形 结 线	内桥 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 适用于两回电源进线;两台主变压器的终端变电所 2. 用于电源进线较长,不经常切除主变压器的场所
	外桥 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 适用于两回电源进线;两台主变压器的终端变电所 2. 用于电源进线较短,主变压器需经常切换的场所
	全桥 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 适用于两回电源进线;两台主变压器的终端变电所 2. 具有内、外桥结线的优点,操作方便、运行灵活、易于发展成为单母线分段的中间变电所,大、中型矿井广泛采用。缺点是设备较多,占地面积大
单 母 线 分 段 结 线		<ol style="list-style-type: none"> 1. 适用于多回进线或出线的中间变电所 2. 本质上相当于全桥结线。供电可靠性高,有一定灵活性,广泛使用



续表

结 线 简 图	说 明
<div data-bbox="161 524 280 551" data-label="Caption"> <p>双母线接线</p> </div> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 优点：供电可靠性高、运行灵活 2. 缺点：设备多、结线复杂、操作安全性较差，多用于大容量枢纽变电所

主变压器 电源引到矿井后，由高压降到供配电电压的主要变压器，通常安装在矿井地面变电所中。

(1)绕组数 通常采用双绕组变压器，当需要输出两种电压时，可采用三绕组变压器。例如：靠近大型矿井的矿区变电所或大型矿井变电所，其电源电压为110 (60) kV，不但需将6 (10) kV作本矿高压配电，而且还需以35kV电压线路送到本矿的风井变电所或附近的其他矿井。这时应采用三绕组变压器。

(2)台数 主变压器通常选用容量和型号相同的两台；有时也可选用三台。当一台停止运行时，其余主变压器容量应能保证矿井一、二级负荷用电。

选用两台的优点：设备较少、操作简单、运行灵活，能满足煤矿安全供电的需要，得到广泛应用。缺点是：单台容量较大，正常分列运行时负荷率较低，变压器故障时，损失容量为安装容量的50%。

主变压器选用三台的优点是：单台容量较小，备用容量较少，单台负荷率较高，可以把6 (10) kV母线分为3段，有利于限制短路电流，单相接地电容电流和高次谐波。对于大型矿井电力负荷逐年增长时，可以在初期只安装两台，后期再安装第3台。缺点是：设备较多，占地面积大，结线较复杂。主变压器是否选用3台，需从技术和经济两方面加以考虑。从技术方面看，当变电所总负荷在30MW或更大时，总负荷虽较小，但逐年增长较慢；电网中高次谐波超限需防治时，应考虑采用3台主变压器。

一般矿井地面变电所高压供电系统示意图如下页图所示，主变压器一次侧为全桥接线，二次侧是单母线分段接线。向井下送电回路串联电抗器，限制井下短路电流。在6 (10) kV两段母线上均接有静电电容器，以改善功率因数。

风井变电所 对回风井及其附近地区(包括井下)供电的变电所。当矿井采用分区通风时，各采区分别设有远离工业场地的回风井，在风井场地主要电力负荷是通风设备，也可自风井井筒下电缆向回采和掘进区

供电。有时在风井场地还设有提升矸石设备的排矸运输系统等，都应由风井变电所供电。风井变电所主结线通常采用单母线分段接线。其两回电源线路通常引自矿井变电所的不同母线段。煤矿主要通风机房禁止作其他用途，因此主通风机房配电设备不能布置在风井变电所的有关房间内。

地面变电亭 离变电所较远的低压三级负荷用户，如：机修厂、坑木加工房、居住区等，可由就近的变电所引6 (10) kV线路至用户附近的变电亭，经变压后以低压送到各用电设备。变压器的一次侧采用线路变压器组接线方式；二次侧设总断路器。变压器系露天放置，高压侧应设防雷装置和短路保护。

小型居住区在适当地点设变电亭供电。大型居住区则应按城镇供电要求统一考虑。可以在适当地点设有干式变压器的箱型变电站。

车间变配电设备 矿井地面各生产车间，如：提升机房、空气压缩机房、机修厂、选煤厂等的用电，可根据负荷大小、等级和用电电压等，在各车间分别设置变、配电设备。主要服务于本车间，也可对邻近小用户供电。负荷大的车间，如选煤厂等，应在多处设变、配电所和配电点。

发展趋势

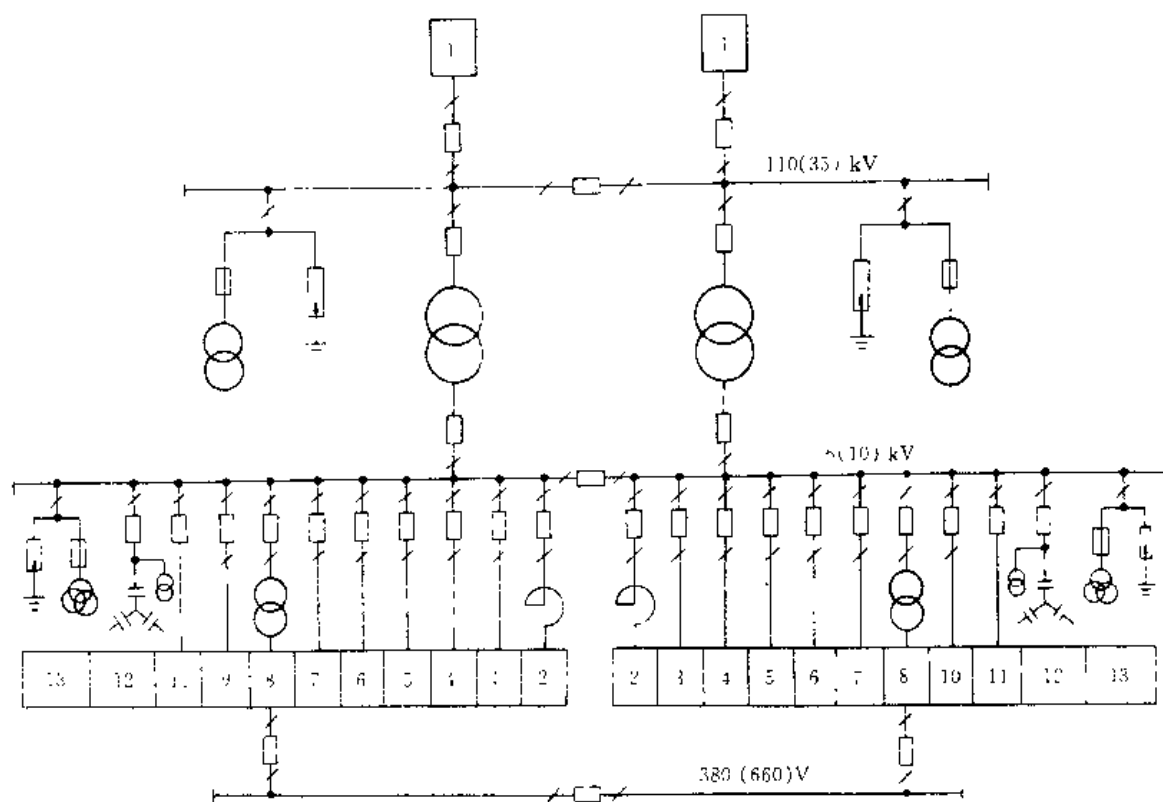
(1)对大容量或重要变电所，其高压配电装置采用室内布置的成套装置，以提高安全性和减少占地面积。

(2)矿井地面变电所和井下主变电所的高压馈出线上，除装设常规继电保护外，还设有带选择性的单相接地保护，以减少停电时间。

(3)对单相接地电容电流采用在线自动补偿(即：根据电网变化，自动调整消弧圈的电感)，以适应电网网络不断变动的情况。

(4)大型变电所采用监测监控技术，不但记录有功和无功功率变化情况，而且还记录断路器跳闸次数等，有利于分析事故情况。

(5)重视在低压电系统就地补偿无功功率，以减少



矿井地面变电所供电系统示意图

1—电源进线；2—井下主变电所；3—主通风机；4—主提升机；5—副提升机；6—空气压缩机；7—选煤厂；8—所用变压器；9—机械修理厂；10—居住区；11—备用；12—静电电容器；13—电压互感器和避雷器

低压线路的损耗。

(李德楷)

kuangjing dimian 660V gongdian xitong

矿井地面 660V 供电系统 (surface 660V power supply system) 煤矿地面低压电气设备以额定电压 660V 供电的系统。

20 世纪 80 年代以前, 矿井地面生产系统及选煤厂与其他工矿企业相同, 均采用 380V 供电。70 年代初, 煤矿井下普遍采用 660V 供电后, 取得很好经济效益。自 1981 年开始对矿井地面生产系统和选煤厂 660V 升压供电进行试验研究, 经过较长时间的对各种系列的电器元件在 660V 条件下的验证试验和试制工作, 1986 年 11 月中国第一座采用 660V 供电的阳泉矿务局四矿选煤厂投入运行。80 年代末, 在峰峰九龙口矿、淮南潘集三矿、大同晋华宫矿等多座选煤厂采用 660V 供电。660V 供电, 不仅限于煤矿, 也适用于其他地面工矿企业。1966 年, 民主德国第一个采用 660V 供电的氢气发生站投入运行, 70 年代末, 联邦德国、芬

兰、英国、苏联等国开始研究地面工矿企业中 660V 升压供电, 并已在铜—镍冶炼厂、石油加工厂、水泥、化肥、供水站、发电厂及造纸厂等企业中使用, 取得很好经济技术效益。

经济技术效益

(1) 电网的输送能力与其电网电压平方成正比, 电网电压由 380V 升至 660V 供电后, 则可提高电网输送能力 3 倍。660V 供电可扩大供电范围, 减少设置变电所数量; 为制造大容量变压器创造条件, 由 380V 的最大容量 1600kVA, 增加到 2800~3500kVA 左右; 可降低变压器单位输出功率的电能损耗及投资。

(2) 提高低压电动机的最大容量。380V 电动机的最大容量为 300kW, 660V 可增加到 500~600kW。中等容量的 6kV 高压电动机可改由 660V 供电, 提高电动机运行效率、功率因数, 以降低投资及运行费用, 并可提高电动机运行可靠性。

(3) 降低无功补偿装置价格。相同容量的电容器, 在 660V 电压使用时要比 380V 输出无功功率提高 3 倍。 $QC=U^2\omega C$ QC 为无功功率、 U 为电压、 ω 为角速度、 C 为电容, 而价格约差 50%, 故可降低无功补



偿费用 60%~70%。

工矿企业的低压供电电压,由现在广泛使用的 380V 提高到 660V 供电后可节约投资 5%~10%、电能 2%~4%,有色金属 40%~50%。

660V 成套设备 90 年代初,中国用于煤矿地面生产系统及选煤厂的电气设备已基本成套,主要有:

(1) 电动机 鼠笼型异步电动机的容量范围为 0.55~500kW;绕线型电动机最大容量为 500kW。还有变极多速电动机、电动葫芦用电动机、桥式吊车用电动机以及离心鼓风机等特殊用途的电动机。

(2) 变压器 电压比为 6(10)/0.69kV 油浸式变压器的最大容量为 2000kVA,随着 660V 电器元件进一步发展,变压器可扩展到 2500~3500kVA。

(3) 配电设备 用于变压器容量为 2000kVA 及以下的各种开关柜、箱。

(4) 绞车电气控制 用于电动机容量为 355kW 及以下的成套绞车电控设备。

(5) 空气压缩机电气控制 排气量为 20m³/min 及以下的成套电控设备。

(6) 地面生产系统及选煤厂的专用洗选设备的电动机及电气控制设备。

(7) 电焊机、电线电缆等其他电气设备。

660V 供电系统的特点 与现在广泛使用的 380V 系统比较:

(1) 380V 系统为中性点直接接地的三相四线制系统(TN—S)。即在故障条件下,为使变压器中性点尽可能不偏移以及满足其它要求,变压器中性点直接接地的配电系统。一般为动力照明混合供电。660V 系统为中性点经电阻接地的配电系统(即为提高漏电保护装置选择性以及降低电弧接地过电压值等目的,变压器中性点经电阻接地的配电系统)。

(2) 380V 系统一般不装设选择性漏电保护,为提高安全供电,在 660V 系统中必须装设有选择性漏电保护。

(3) 动力与照明分开供电。

参考书目

顾永辉等,《工矿企业 660 伏供电》煤炭工业出版社,1997。

(顾永辉)

kuangjing diaodu tongxin

矿井调度通信 (mine dispatching communication)

利用各种通信装置(包括地面一般型和防爆型),通过传输媒介对井上、下各生产环节和有关辅助环节之间实现指挥、调度的通信。它是煤矿专用通信网的重要组成部分。

特点 根据中国煤矿的实际情况,矿井调度通信一般分为一级调度通信和二级调度通信。一级调度通信是指在整个矿井中只用一个调度电话局来担负全矿范围内井上、下各生产环节的指挥调度,全矿设一个总调度室。它适用于指挥集中、管理体制单一、生产环节简单的现代化矿井。二级调度通信是指在整个矿井中除设一个总调度通信局外,还下设若干个分局,由这些分局来承担矿井生产和业务活动中某一部分的通信,它适用于有多对井口的生产调度通信或在总调度管辖范围内另下设的专业调度,例如专门负责井下机车车辆运输指挥的调度通信就属于二级调度通信。

矿井调度通信具有以下特点:①确保调度员的高度权威,调度员在任何情况下应按照自己的旨意与被调单位实现无阻塞通话,调度员不承担与自己无关的话务转接,但具有监视和干预被调用户通话状态的特权手段;②具有双向紧呼(在紧急情况下调度对被调度或被调度对调度的呼叫方式)功能,以确保事故状态下调度室与事故点之间的优先事故报警通信;③调度通信是全矿安全生产的指挥中心,调度通信操作台上具有各种显示装置、操作机构、音响设备、录放设备及时钟等供调度指挥使用;④它与矿井行政电话网的连接应统一规范,保证畅通;⑤煤矿通信线路长期处在高潮湿环境中,线路绝缘条件较差,其绝缘电阻以不小于 20kΩ 的数量级对调度交换机提出相应的指标要求;⑥煤矿井下的各通信设备必须符合防爆规程。

主要技术要素

覆盖范围 以调度室为中心,通信联络所能达到的最远距离。

连接性能 调度通信系统与行政电话、上一级通信局、井下其他通信系统的连接方式及组网能力。

振铃响度 最大通信距离下,调度分机的振铃声级。

信号方式 总机与各类调度终端的信号约定。

串音衰减 阻止通话回路的话音串入邻路的能力。

电源要求 电源波动、直流稳定度等。

接地要求 接地电阻达到规定值。

本安参数 系统正常工作或规定的故障状态下产生的电火花和热效应均不能点燃规定的爆炸性混合物的电气参数。

系统组成 一般由 5 部分组成:矿用调度总机及调度指挥台、通信安全隔离设备(又称安全耦合器、通信安全栅)、汇接装置(及相应的井下通信系统)、本安型电话机以及通信电缆与接(分)线盒(下页图 1)。

矿用调度总机及调度指挥台 调度总机是为实现

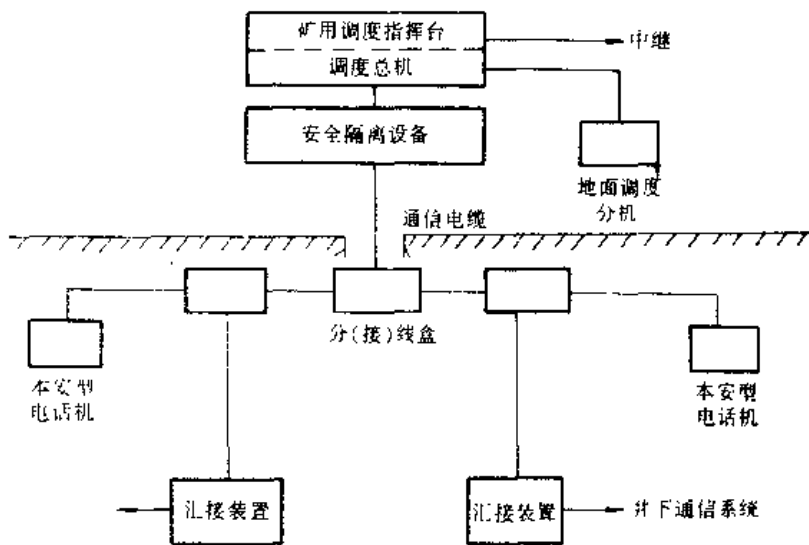


图1 矿井调度通信系统组成方框图

调度员与分机之间、分机与分机之间、分机与中继用户之间的通信联络而设计的用户电路、中继电路、扩音电路、电源等电器组件的集合；调度指挥台是一种设在调度室内，集多种显示装置、操作机键、音响设备、录放设备、时钟设备及指挥手机于一体，供调度员专用的综合性组合设备。对外，它承担与其他电话网和上一级调度的通信联络，对内由它直接控制和监视各调度分机的运行状态。在结构上调度总机与调度指挥台可以制作为一体，也可分成两体，即机柜与指挥台。

调度总机的主要技术要素参见人工交换调度机和自动交换调度机。

矿用调度指挥台的主要技术要素有：

(1) 蜂音声级 是指呼入信号存在时，台上蜂鸣器（或喇叭）发音的声级。

(2) 扩音输出 是指正常状态下，分机话音输入时，台上扩音设备输出的额定功率。

(3) 紧呼灯闪频和音响断续频率 紧呼信号输入时，台上灯闪的次数及蜂鸣器（或喇叭）发音的断续比。

(4) 紧呼地址显示 某路紧呼信号输入时，台上发出相应的地址显示。

(5) 有、无线转换 与各种无线通信设备的连接能力。

(6) 接口配备 与其他类型的终端如传真机、录音录时器、计算机等相连接而设的专用接口的类型和数量。

早期的矿用调度指挥台就是磁石总机的接线台或共电总机的话务台，调度员就是话务员。指挥台功能相当简单，除了摘、挂机和振铃显示外，无其他调度指挥

内容。随着调度通信技术的发展，调度员由原来的塞绳接线操作改为扳键操作和琴键操作，目前又发展为键盘操作，而且由于应用了自动交换调度总机，使调度员的接线操作大大减少，摘挂机由吊牌显示变为发光二极管显示和数码显示。此外因录音录时电子时钟、紧呼地址显示、计算机接口、现代化通信接口不断引入，大大地强化了矿井调度通信的调度功能，从而提高了调度员的指挥效率和调度权威。随着煤矿监测监控技术的推广应用，调度指挥台的功能和作用因信息量的增加会更加多样化。

通信安全隔离设备 又称电话安全栅。一种与本安电话机连接，把非本安参数变为本安参数的关联设备。其输入端为非本安型，输出端为本安型，用它把非本安端与本安端隔离开以满足煤矿井下安全的要求。

常用的电话安全栅有齐纳式、电阻式、变压器式、晶体管式，无论哪种形式均为有限压限流作用的保护装置。其作用是：①把非安全的馈电变成安全的馈电；②把非安全的铃流变成安全电流；③双向传递安全的音频信号（包括话音）。

通信安全隔离设备往往是与通信设备具有严格确定的关联性组成的本安型防爆通信系统，此类设备不具备通用性和互换性，即它与相应的通信设备的搭配关系是确定的，而不是随意的。

通信安全隔离设备的技术要素有：

(1) 最高允许电压 保证通信安全隔离设备输出本安端的本安性能，允许非本安端输入的最高电压。

(2) 最高开路电压 通信安全隔离设备在最高允许电压范围内，在本安端开路时的最高电压值。

(3) 最大短路电流 在最高允许电压范围内，本安端输出短路时的电流最大值。

上述3项为本安参数，所指的电压电流包括馈电直流、铃流信号电压电流等，其数值视不同的本安防爆通信系统而不相同。

(4) 传输衰减 即为音频信号通过后的衰耗值。

(5) 失真度 衡量安全栅网络线性度的量。

通信安全隔离设备属于防爆装置的关联电气设备，从结构设计、电路参数选择、检验程序都必须严格按照防爆电气设备标准进行。

通信系统汇接装置 简称汇接装置。是煤矿调度通信的主系统与井下子通信系统的汇接接口装置。属

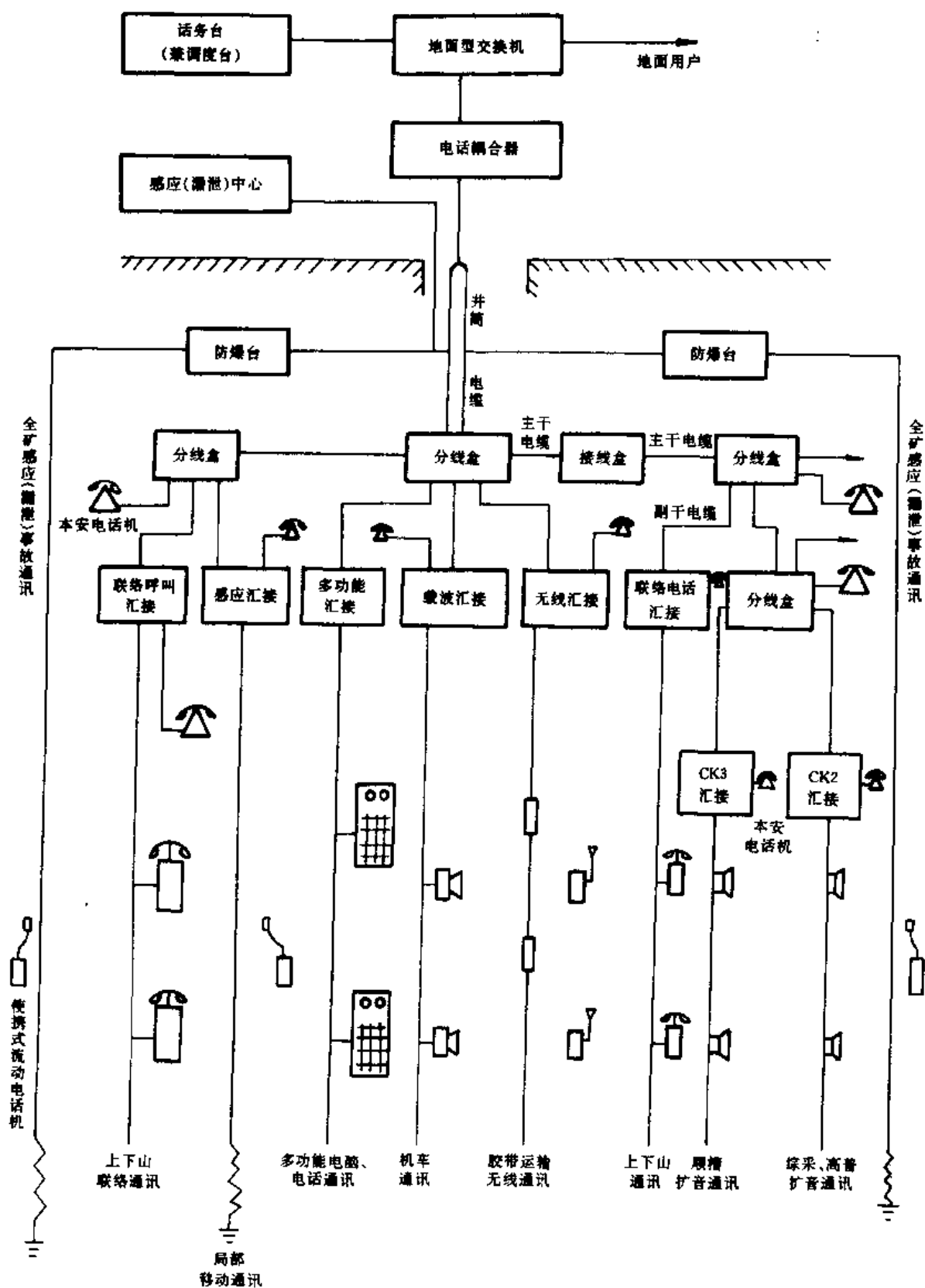


图2 简易型调度通信模式

于井下子通信系统的有：扩音通信系统、载波通信系统、联络呼叫通信系统、选号电话通信系统、多功能电话系统、无线电通信系统等。通过这种汇接装置，就能自动地或半自动地沟通主系统与子系统话路，平时主系统与子系统各自独立运行而互不干扰。

中国于1985年试制出扩音电话与自动电话调度通信系统汇接装置，1990年相继试制出扩音通信、载波通信、联络呼叫、多功能电话、选号电话、漏泄通信等子通信系统的汇接装置，从而基本上实现了矿井调度通信网络的汇接。

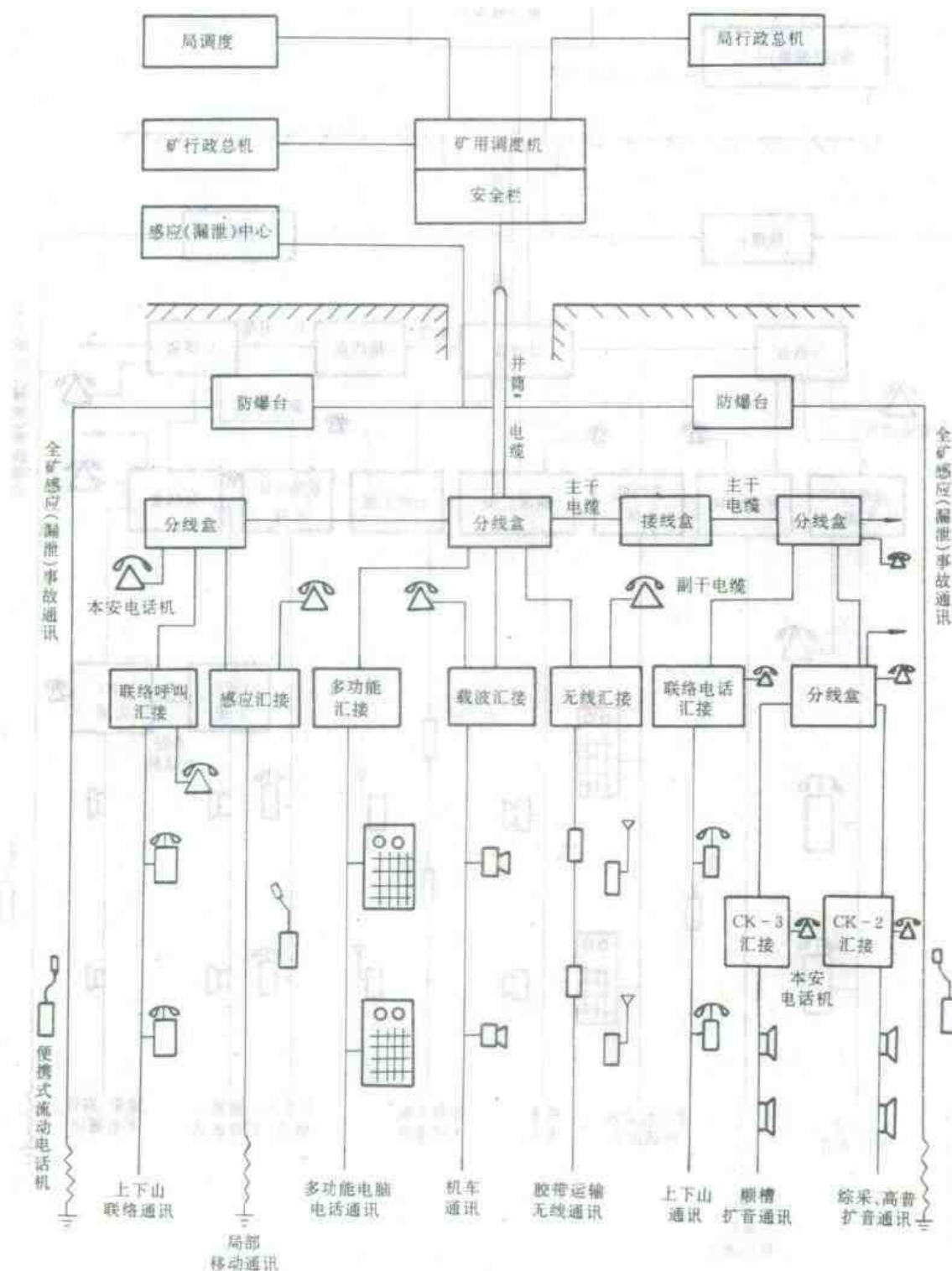


图3 矿用人工调度通信网络模式



汇接装置的主要技术要素有：

(1) 发送电平 汇接装置馈送至调度通信用户端的电平。

(2) 信号制式 与调度通信系统用户端口的信号方式约定。

(3) 信噪比 汇接装置发送端的信号噪声比。

(4) 本安参数 电路参数和结构参数的本安要求。

(5) 可控偶合性 调度通信系统与子系统之间的偶合是可控的。

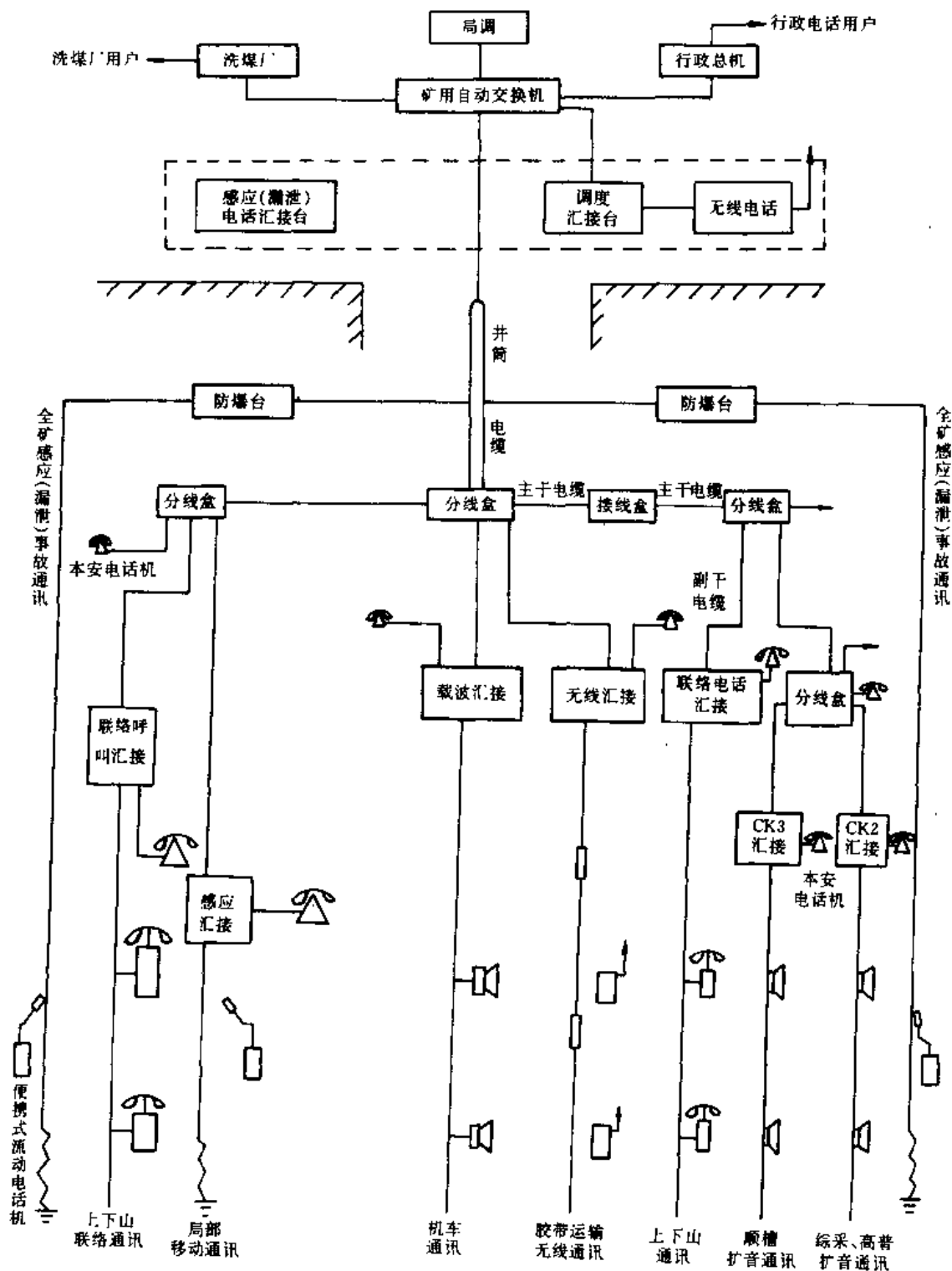


图4 矿用自动电话调度通信网络模式



矿用本安电话机 是矿井调度通信系统的用户终端,属于本安型电气设备。本安电话机一般由收讯、发讯、消侧音、收铃、发号等电路组成。收讯、发讯、消侧音、发号电路与一般地面话机相同,目前都是采用专用集成电路与少量的分立元件组成。而收铃电路因受本安特性限制则有较大的区别,调度机发出的铃流电压(电流)要比一般的低得多。因此,收铃电路往往是先把发来的铃流通过整流变成直流,用它再去推动振荡器和放大器,最后使发声元件发出振铃呼叫声。由于井下属高潮湿环境,这就要求送受话器、蜂鸣器和喇叭具有良好的防潮性能。在话机的结构上要按防护等级IP54的要求进行设计和制造。发号盘宜采用便于密封的触摸式键盘代替旋转式机械接点发号。

中国的本安话机于80年代初开始推广使用,正日趋取代隔爆型话机。近年来本安话机的功能不断增多,已具有自动摘机、紧呼信号发讯及机内带可充电电源等功能,这为本安话机采用微机控制,从而扩充功能开辟了广阔的前景。主要技术要素为:

(1) 电声指标 反映本安话机电—声转换效率的属性,主要由客观发送参考当量、客观接收参考当量、客观侧音参考当量3项指标来评定。

(2) 本安参数 反映本安话机安全性能的电压电流参数。

(3) 振铃响度 规定的最大通信距离下的振铃声级。

(4) 发号特性 本安话机向交换机发号(脉冲或双音频)的要求。

矿用通信电缆及接(分)线盒参见有关章节。

网络模式 对于一个矿而言,生产调度通信网络一般由3大部分组成:一是由有线电话构成的调度通信系统亦称主系统,用它以解决矿调中心与井下各固定点及各主要生产环节之间的通信联络;二是由多种制式而构成的各局部生产环节内部用的通信系统亦称子系统;三是用来联系主、子系统的汇接装置。主系统有电话耦合器型、人工交换型、自动交换型3类。子系统有:①供工作面、顺槽生产用的扩音通信系统;②供井下机车运输调度用的载波通信系统;③供流动人员及移动设备的漏泄及感应无线电通信系统;④供煤流运输、巷道联络用的联络呼叫通信系统;⑤供上下山、采区运输巷道固定点选号通信用的选号电话;⑥供井下局部区域同线选呼交换通信用的多功能电话等。而汇接装置常常与子系统相对应。

三种不同类型的煤矿调度通信主系统将分别构成不同的网络模式。

(1) 简易型调度通信网络模式(见239页图2)。此

模式下的主系统是由地面型交换机、电话耦合器、本安型电子电话机及通信线路构成,这种模式适合于小型矿井。

(2) 人工调度通信网络模式(见240页图3)。此模式下的主系统为一台矿用型人工交换总机及调度操作台和井下本安型电话机组成,容量为40~90门,子系统的汇接装置与上一模式相同,此网络模式适用于中小型矿井。

(3) 矿用自动电话调度通信网络模式(见上页图4)。其汇接装置和子系统与上两种模式一样,但本模式的特点在于主系统把自动电话的自动接续与共电交换机的调度技术融为一体,从而构成了一种新型的模式。这种模式下,调度员不当话务员,但拥有比话务员更多的特权,达到了强化调度功能之目的。这种模式技术先进,产品标准化程度高,组网灵活,一级调度、二级调度都适用,适合于现代化矿井采用。

以上3种调度通信网络模式,其汇接装置和子系统都是相同的,根据各矿的情况进行选配。

参考书目

吴达全等著,《调度电话》,人民邮电出版社 1990年。

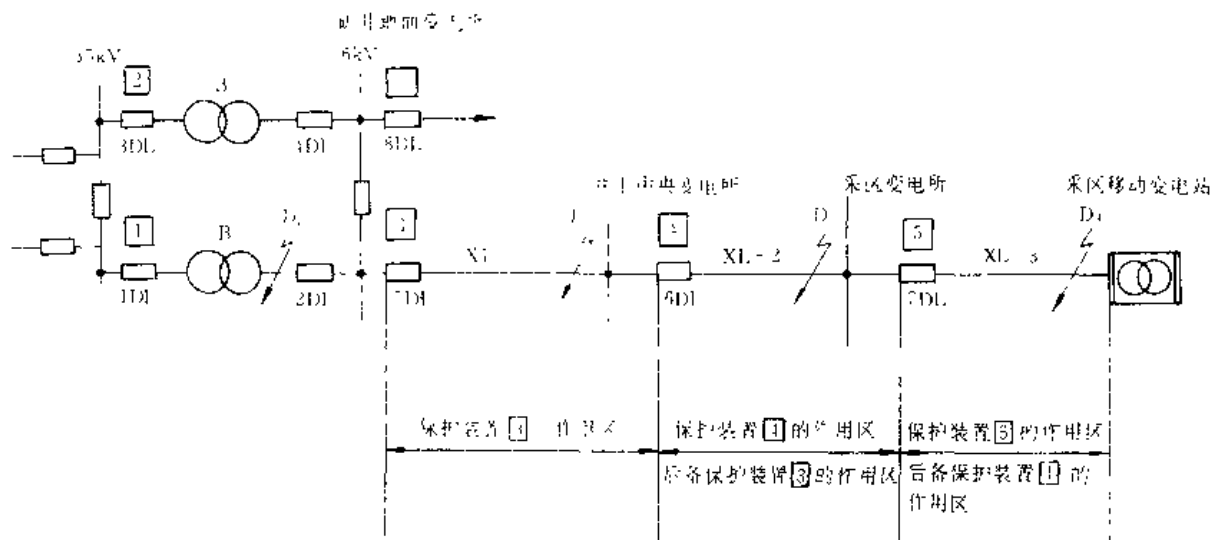
(何年春)

kuangjing gongdian de jidianbaohu

矿井供电的继电保护 (relay protection for mine power supply) 当矿井供电系统发生故障或不正常运行时,能按给定条件使断路器跳闸,切断故障馈线电源或发出信号的自动装置。因在其发展过程中曾主要用有触点的继电器来保护电力系统及其元件(发电机、变压器、输电线路等)免遭损害,故沿称继电保护。

矿井供电故障 矿井供电系统最常见的故障是单相接地和相间短路(两相、三相短路,两相接地短路),相间短路时有很大的短路电流通过短路回路,将产生严重的过热或巨大的电动力,导致流经短路电流的电气元件或设备损坏。中国煤矿有关规程规定,矿井供电系统为中性点不直接接地系统。现在多数矿井采用中性点不接地系统,少数矿井为补偿对地电容,采用了中性点经阻抗接地的系统。当单相对地绝缘值降低至限值以下时,虽然系统还能正常运行,但如不能及时发现和处理,可能发生人身触电,引起瓦斯、煤尘爆炸等恶性事故。针对上述故障和事故,对煤矿供电系统的继电保护装置功能提出如下要求:

(1) 选择性 能正确切除系统故障部分,使停电影响范围最小的性能。如下页图所示,当供电系统D₁



矿井供电系统示意图

点发生相间短路时继电器[5]动作, 7DL 断路器切断电源, 其他保护装置不应动作, 以缩小停电范围。当发生单相接地或漏电时, 按中国《煤矿安全规程》规定: 在矿井地面变电所和井下中央变电所的高压馈电线上应装设有选择性的单相接地保护装置; 供移动变电站的高压馈电线上, 必须装设有选择性的动作于跳闸的单相接地保护装置。

(2) 快速性 当发生相间短路时, 为尽可能减少承受短路电流的电动力和热量的作用, 保护装置的动作速度越快, 对设备的破坏作用也就越小。进一步提高快速性, 不仅对电气设备有利, 对矿井的安全也有重要意义。80 年代发展了快速断电保护装置, 短路点释放的能量还未达到引燃瓦斯爆炸的最低限值时, 先切断电源 (即快速断电保护)。

(3) 灵敏性 (又称灵敏度) 对偏离正常状态给定电气量 (例如电流增大、电压降低等) 的反应能力。以灵敏系数表示:

对反应电气量上升的保护装置

$$\text{灵敏系数} = \frac{\text{保护范围内发生金属性短路时故障参数计算值}}{\text{保护装置的动作参数}}$$

对反应电气量下降的保护装置

$$\text{灵敏系数} = \frac{\text{保护装置的动作参数}}{\text{保护范围内发生金属性短路时故障参数计算值}}$$

(4) 可靠性 保护装置所有应该动作的情况均不拒动, 不应该动作的也不误动。

继电保护种类 具有特征性的矿井供电的继电保护有: 相间短路 (两相、三相短路)、断相、过负荷及

欠电压、失电压保护以及单相接地保护。近年来为了进一步提高短路保护的灵敏度和快速性, 在井下开始使用相敏过流保护和快速断电保护。针对井下电网绝缘降低产生漏电现象所采取的保护措施有: 选择性漏电保护、漏电后闭锁电源开关使其无法送电的漏电闭锁保护以及减少故障点漏电电流的旁路接地保护等。

(李纪 喻纯新)

kuangjing gongdian xitong

矿井供电系统 (mine power supply system)

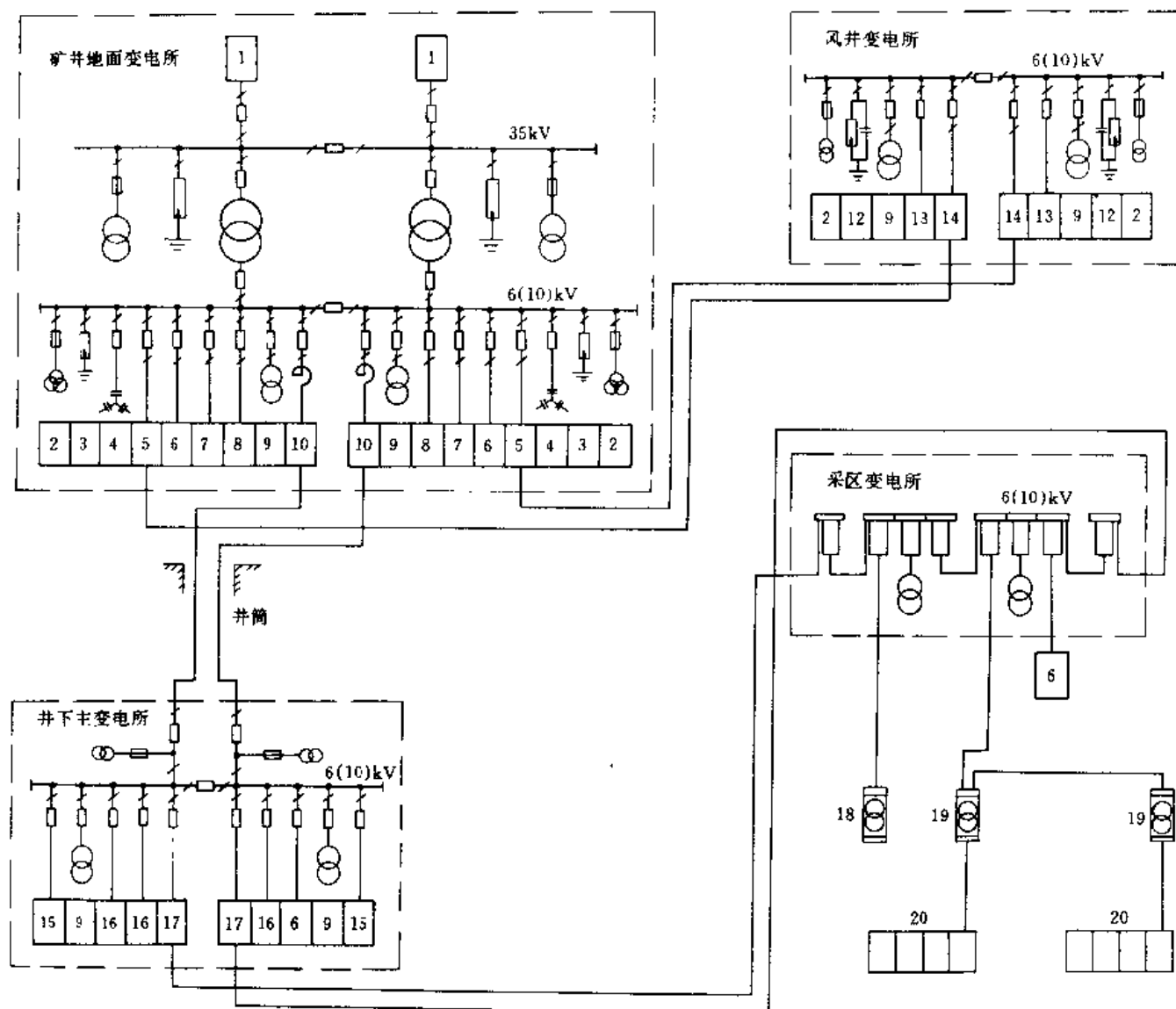
由矿井地面和井下供电线路、变电所、配电点等组成, 对各生产和生活设施用电设备进行供电的系统 (见下页图)。矿井电源一般取自矿区变电所或电力系统, 有时也可引自自备发电站。

供电要求 对矿井供电系统的要求是:

(1) 安全可靠。煤矿生产环境复杂, 条件恶劣, 如果供电中断, 不但影响生产, 而且可使设备损坏, 甚至发生人员伤亡事故, 严重时会造成全矿井的破坏。为保证供电安全可靠, 每一矿井应有两回电源线路, 当任一回路发生故障停止供电时, 另一回路应仍能担负矿井全部负荷。两回电源线路最好引自不同的发电站或变电所, 至少应引自同一变电所的不同母线段。矿井的两回电源线路上, 都不得分接任何负荷。严禁在电源线上装设负荷定量器。地面装设有选择性的单相接地保护装置。

(2) 运行灵活。变电所内任一回路检修时, 对一、二级负荷用户要保证不间断供电。因此要从两段母线上各引一回线路。两段母线之间要有联络开关。

(3) 经济合理。在保证供电的前提下, 应力求供电



矿井供电系统示意图

1—矿井电源进线；2—电压互感器；3—避雷器；4—静电电容器；5—风井馈出线；6—其他馈出线；
7—矿井选煤厂；8—主井提升设备；9—低压变压器；10—井下馈出线；11—副井提升设备；12—
避雷器和电容器；13—主通风设备；14—风井变电所电源；15—井下整流所；16—主排水设备；17—
采区变电所；18—其他移动变电站；19—工作面移动变电站；20—工作面配电点

网络结线简单、操作方便、使建设投资和维护费用较低。

电力负荷分级 根据电力用户的重要性和中断供电对人身安全、或在经济等方面所造成的损失和影响程度对电力负荷分级。煤矿电力负荷分为三级。

一级负荷 中断供电将造成人员伤亡或在经济等方面造成重大损失。主要有：矿井通风设备、井下主排水设备、经常升降人员的立井提升设备、瓦斯抽放设备

等。一级负荷至少应由两个电源供电，并要求：①在发生任何一种故障时，两个电源的任何部分应不致同时受到损坏。②在发生任何一种故障且保护装置动作正常时，应有一个电源不中断供电。③在发生任何一种故障且主保护装置失灵，以致所有电源均中断供电后，应能在有人值班的处所，经过必要的操作，迅速恢复一个电源的供电。

二级负荷 中断供电将在经济等方面造成较大损

失或影响重要用户的正常工作。主要有：经常升降人员的斜井提升设备、地面压缩空气设备、井筒保温设备、矿灯充电设备、井底水窝和采区下山排水设备等。二级负荷一般由两回电源线路供电。

三级负荷 用户如中断供电，不会在经济上或其他方面造成较大影响，如机械修理厂、坑木加工厂等。三级负荷只需要一回电源线路。

供电系统 矿井地面供电系统由地面供电线路和矿井变电所、风井变电所、地面变电亭、车间变电所等组成。矿井中的高压电动机（如：主、副井提升设备、主通风设备、空气压缩设备的电动机）或负荷点（如：矿井选煤厂、机修厂和居住区等）可由矿井地面变电所用 6（10）kV 馈电。距变电所较近的低压负荷，由变电所的低压变压器供电。对于较分散的用电设备，可在适当地点设配电点或变电亭进行供电。

从矿井地面变电所通过电缆把电能送到井下。井下供电系统由井下供电线路和井下主变电所、整流变电所、采区变电所、移动变电站和工作面配电点等组成。在井底车场设井下主变电所，供给井底车场及其附近的高、低压电气设备用电。由井下主变电所向采区供电。采区设采区变电所、移动变电站和工作面配电点，供给采煤和掘进区的负荷用电。

煤矿井上供电线网主要由电缆组成；井下除架线式电机车外，全部由电缆组成。矿井供电系统如图所示。

供电电压 矿井电源电压由本地区电力系统或矿区变电所电网结构、矿井的地理位置及矿井负荷大小所决定。中国通常有 6、10、35、60 和 110kV（直至 220kV）等几种。

现代化大型矿井负荷一般都大于 5MW，电源到矿井的距离都在 3km 以上。绝大多数的电源电压应采用 35kV 或 60kV，有些矿井还需采用 110kV 或 220kV。中型矿井负荷一般在 5MW 左右，电源电压一般为 35kV。如果距电源较近，也可采用 6（10）kV。小型矿井负荷在 2MW 左右，一般应在其邻近地区取得 6（10）kV 电源。对于原煤年产量在 10 万 t 以下的小煤矿，负荷都在 1MW 以下，电源通常引自 10kV 电力系统，或附近的大、中型煤矿的 6（10）kV 电源。矿井各类负荷额定电压如表 1 所示。

中性点接地方式 中国《煤矿安全规程》规定：严禁井下配电变压器中性点直接接地；严禁由地面中性点直接接地的变压器或发电机直接向井下供电。因此，6（10）kV 配电系统大多采用中性点绝缘系统。如果配电网络较大，其单相接地电容电流超过一定数值，应采取限制措施。

表 1 矿井各类负荷额定电压表

电流种类	额定电压 (V)	用 途
交 流	220000 110000 60000 35000	供电
	10000 6000	供、配电
	1140	综采工作面动力
	660	井下采区低压动力；地面选煤厂动力
	380	地面低压动力
	220	地面和井下大巷照明
	127	井下手持电钻和照明；矿井提升信号
	36	采区局部照明，地面检修照明，井下控制回路
	12	锅炉房等处检修照明
	550 250	架线式电机车
直 流	220 110	地面变电所二次回路
	4	酸性矿灯
	2.5	碱性矿灯

井下 1140、660、380、220 和 127V 等三相交流供电系统中性点采用不接地或非直接接地方式。

地面三相交流 660V 供电系统采用中性点不接地或经高电阻接地方式。

矿井地面 380/220V 三相交流供电系统采用中性点直接接地方式，常用有 3 种接地方式，即：TN—C、TN—S、TN—C—S，如下页表 2 所示。

发展趋势 现代化煤矿机械化自动化程度不断提高，电力负荷日益加大。由此而带来的问题是：供电电压等级、短路电流、单相接地电容电流和高次谐波问题。

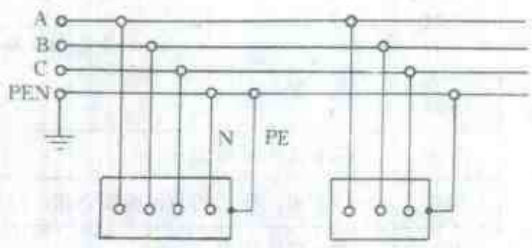
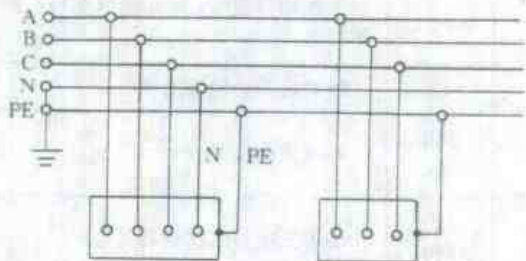
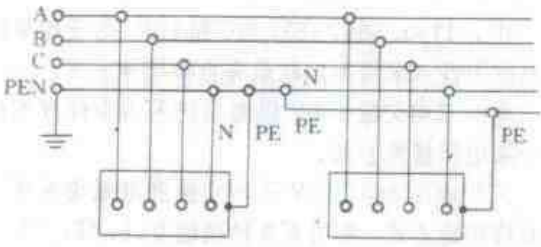
供电电压等级 近年来，大型矿井发展较多，配电电压采用 6kV，无论在技术或经济上已不合理。主要是：电能损耗大、电压降增加、有色金属消耗多。因此推广 10kV 直接下井，并在地面也采用 10kV 供电，从而全部取消 6kV 电压等级。

中、小型矿井的电源电压如果是 10kV，应取消 10/6kV 变电压环节，以 10kV 直接供电。

矿井地面低压动力电压为 380V。新建选煤厂采用 660V 供电，并逐步推广到地面各生产车间。

井下低压动力电压，已经由 20 世纪 50 年代 380V

表 2 矿井地面 380/220V 接法

简 图	说 明
<p>TN—C 系统</p> 	<p>又称四线制系统</p> <p>中线 (N) 与保护线 (PE) 合并为一根 PEN。目前中国的照明供电系统广泛采用。适用于中线电流较小场所</p>
<p>TN—S 系统</p> 	<p>又称五线制系统</p> <p>中线 (N) 与保护线 (PE) 在全系统内分开。目前中国的照明供电系统推广使用。适用于安全性要求较高场所</p>
<p>TN—C—S 系统</p> 	<p>又称四线半系统</p> <p>在系统末端将 PEN 线分为 PE 及 N 线，分开后即不允许再合并，常用于局部需采用 TN—S 系统的场所</p>

过渡到 660V。井下综合采煤工作面多采用 1140V 供电，近年来随着高产高效工作面的发展，还将进一步提高采区供电电压等级。

预计在若干年后，除采煤工作面以外，高压供配电电压有可能统一为 10kV；低压配电电压有可能统一为 660V。

短路电流 大型矿井地面变电所 6 (10) kV 母线上短路电流较大，为满足短路热稳定要求，需要把小负荷的电缆截面加大，增加了有色金属的消耗。井下短路电流如果超过了断路器的断流能力，则需在地面变电所的馈出线上加装限流电抗器，不但增加投资、也加大

了线路上的电压降。

单相接地电容电流 矿井井型或采区范围扩大，使 6 (10) kV 供电系统中电缆网络加大，对于中性点不接地系统，其单相接地电容电流增加，大型矿井一般达数十安培。为了电网运行安全，必须予以限制。通常采用自动调整电感的消弧线圈接到变压器中性点上，以补偿电容电流。

高次谐波 现代化大型矿井，晶闸管等器件应用广泛，非线性负荷比重加大。多采用动态或静态补偿滤波的方法，限制高次谐波对供电系统的危害。

(李德楷)



kuangjing jiankong xitong

矿井监控系统 (mine supervision system)

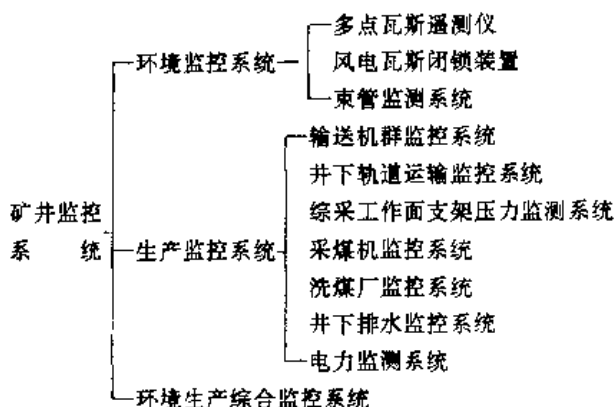
又称矿井集中监控系统。为煤矿安全与正常生产,对煤矿井上、下各种机电设备的运行状态、供电情况以及井下环境参数,通过检测并传输到地面的计算机进行集中监测、数据处理和控制的多种装置的有机组合。在系统不具备控制功能的情况下,一般称为监测系统。

分类 根据使用的目的可分为环境监控系统、生产监控系统及环境生产综合监控系统三大类。

环境监控系统 主要用于监测甲烷、一氧化碳、风速等环境参数,及时发现事故隐患并采取措施,减少或避免有害工作环境所造成的危害。

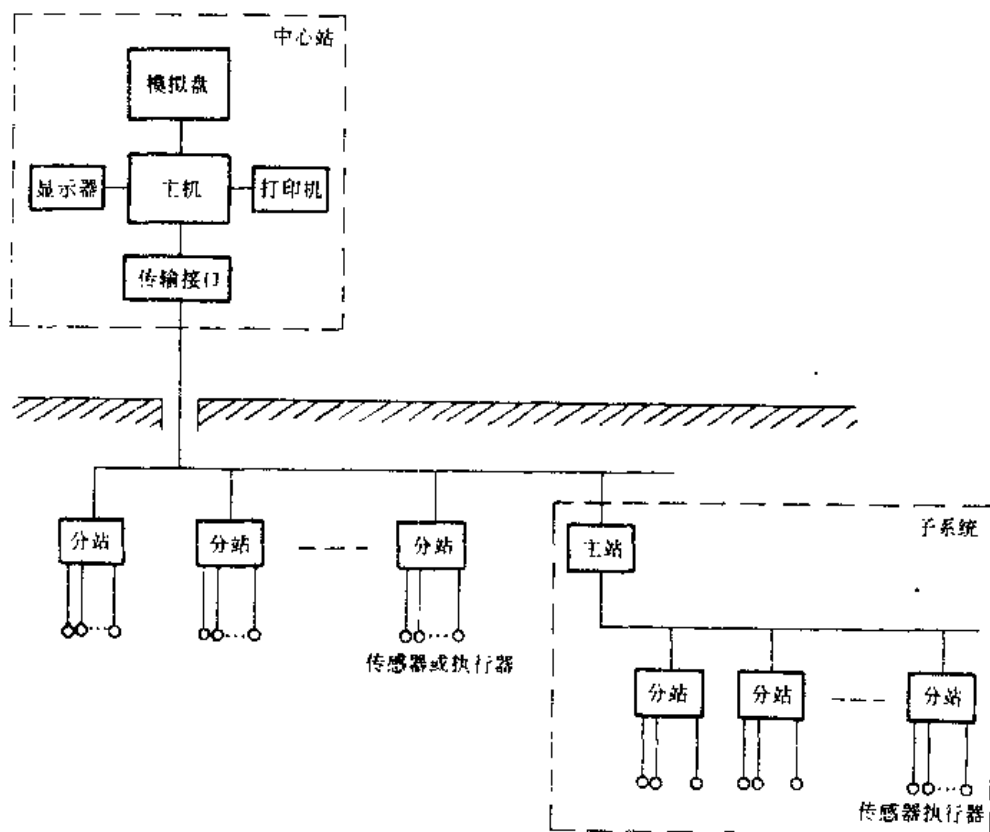
生产监控系统 又称矿井生产过程监控系统。用于监测井上、下主要机电设备的工作状况和故障状态,并可对某些设备进行控制,以提高生产效率。

环境生产综合监控系统 为充分发挥系统中主要设备的效能,随着监控技术的发展,有将两类系统合一的趋势,形成综合监控系统。在这三类监控系统中还包括大量的满足局部生产环节或过程控制的专用监控系统。



系统组成 煤矿监控系统一般由中心站、传输接口、主站、分站、传感器和传输电缆等组成(见图)。

中心站 又称地面数据处理中心。为煤矿监控系统的地面数据处理中心。它接收井上、下环境参数、设备工作状态以及生产和安全有关的各种参数,并对这些参数进行分析、处理、存贮、打印和显示等工作,必要时还可以对局部生产环节或设备发出控制指令和信号。它的基本配置是数据处理系统(数据处理装置和数据处理软件),同时可以选择配置模拟盘、大屏幕、远



煤矿监控系统框图



程终端、绘图仪等。其中数据处理系统的核心是主机,它一般选用微型计算机,并要求能长期连续工作。

主站 用于局部生产环节或过程控制的监控的数据处理中心。主站本身可带若干个分站,可接收分站或局部设备传来的监测数据,并对其进行处理,亦可对分站及有关设备发出控制指令和信号,以形成一个独立的监控系统。主站可与全矿井监控系统通信而作为一个子系统。此时,在传输上主站与全矿井监控系统的分站同级。

分站 又称监控分站。在井上、下被测、被控量相对集中的地方设置的数据采集、处理和控制的装置。它的主要功能是:采集各种传感器的检测参数,作必要的数据处理;向中心站或主站发送数据;接收中心站或主站的指令;向被控设备发送控制信号等。

传输接口 实现中心站主机与各分站或主站进行通信的接口装置。在时分制和微处理机为基础的煤矿监控系统中,它的作用主要有两个:①长线驱动;②本质安全防爆的隔离,使之在与分站之间传输电缆中传输的信号是本质安全的。

执行器 接受分站的控制信号完成某种控制功能的装置。

传感器 对被测的物理或化学的、生物的信息进行检测并按一定规律将其转换成同种或别种物理量(通常为电量),输出符合某种信号制要求的模拟量或开关量信号的装置。对煤矿监测监控系统来说,按被测量变化的特点可分三类:开关量、模拟量和累计量。

(1) 开关量 只取两个状态的量。凡表示这两个状态的电信号称为开关量信号。如设备的开和停、刀闸开和闭、故障和正常、高电位和低电位等。

(2) 模拟量 在确定的两个极值范围内取值连续变化的量。用于表示这个量的电信号称为模拟量信号。为了简化设备和使用,各种被测量的模拟量信号需要统一的标准。中国煤炭工业部在《煤矿监控系统总体设计规范(1990年试行)》中规定“传感器及其它监控设备的模拟量信号应符合下列信号制式:

- a. 直流模拟量信号 1~5mA (优先选用);
- b. 直流模拟量信号 4~20mA (限于地面);
- c. 频率模拟量信号 200~1000Hz (优先选用);
- d. 频率模拟量信号 5~15Hz。

在同一传感器或同一个监控设备中对应一个模拟量的模拟量信号一般选用其中的某一种。

(3) 累计量 随时间具有累加特性的量,用于表示这个量的电信号称为累计量信号,用脉冲个数来表示的累计量称为脉冲累计量。

简史与发展趋势 从煤矿监控技术的发展历史

看,最早用于煤矿监控系统信息传输的技术为空分制即通道的空间划分法,每个测点用一对电缆芯线来传输,这种系统的井下所有传感器可由地面集中供电,井下设备电路简单。但它巡检速度慢,传输电缆芯线太多。随着半导体电路技术的出现,通信信道的频率划分(即频分制)技术在煤矿得到应用。它是一对芯线上可传输若干个频率信号,每个频率可代表一个测点的信息,这样传输电缆的芯线数比空分制少多了。

集成电路的应用则推动了时分制技术的发展,出现了以时分制为基础的煤矿监控系统。其中最具代表性的产品是英国于1976年推出的MINOS(Mine Operation System)煤矿监控系统。它是首次以计算机为核心的煤矿监控系统,用6芯线就可传输500个以上的测点,地面由一台小型计算机进行数据处理,并配备了一套完整的MINOS系统软件。这套系统在带式输送机群的监控上首先取得成功后,又在井下环境监测、供水供电以及洗煤厂监控等方面得到了广泛应用。

80年代初以来,随着计算机、大规模集成电路、数字通信等技术的发展,首先由美国推出了以分布式微处理机为基础的煤矿监控系统。

90年代以来,煤矿监控技术的发展趋势是:①对关键设备进行健康检测和故障诊断;②开发高层次决策分析软件,如适用于某种目的的专家系统的开发;③全矿语音通信监测监控的综合系统的开发。

中国从60年代开始在煤矿使用了多路载波技术;70年代使用了许多由12路载波装置组成的监测系统;80年代引进了法国CTT63/40、英国MINOS、美国DAN6400、联邦德国TF200等多种监控系统,同时并研制了以微电子技术和微型计算机为核心的煤矿监控系统,并得到广泛地应用。

(陈 林)

kuangjing jubu shengchan huanjie
jiankong xitong

矿井局部生产环节监控系统 (mine local productive supervision system) 对局部生产环节主要设备工作状况、故障状态以及其它与生产有关的各种参数进行集中监测和处理的装置。局部生产环节的监控系统主要使用在带式输送机监控、井下轨道运输监控等系统中。

矿井局部生产环节监控系统是在集中控制装置的基础上发展起来的。60年代初,随着矿井生产机械化、电气化技术的发展,人们不满足单台设备的操作,而要



对多台设备进行集中控制,以减少操作人员,提高劳动生产率。英国和苏联首先对刮板输送机以及胶带输送机群的集中控制进行了研究,开始是采用直接拉线(即空分制)的方式。后来,为了进一步减少集控系统所用的芯线数,开始采用频分制传输系统对输送机群进行集控,大大扩大了控制范围,各种保护用的传感器也更加完善。在这一技术的推动下,英国在 60 年代中期开始对自动采煤工作面的工作作了尝试。这一工作的主要内容是:①采煤机位置调整和遥控;②支架的集中监测和控制。计算机技术的发展,使英国把注意力集中到自动化条件更成熟的输送机监控技术的开发上,于 1976 年推出了技术比较全面的 MINOS 系统。很快这一技术在环境监测、洗煤厂监控、供电供水监测以及综采工作面监测得到应用,从而使 MINOS 成为全矿井的监控系统。直到 80 年代,英国、德国的大部分矿井都装备了全矿井的监测系统。

自 80 年代末 90 年代初以来,在全矿集中监测监控的基础上,又把注意力集中到单台设备自动化的研究工作上。特别是英国推出了许多单台设备的所谓“健康检测装置”,例如对采煤机的工作负荷、各主要部件的温度、油泵压力、机械振动等参数进行检测,甚至还对轴承运转中产生的铁屑、油质进行检测,来分析采煤机的“健康”情况,以便及时采取对策,减少故障停机时间,延长设备使用寿命。另一方面,各国都致力于把计算机技术的最新成果用于煤炭生产,特别是在现有矿井监测监控的基础上,大力开发更高层次的软件,如矿井避灾指挥专家系统、运输调度指挥专家系统等。

(陈 林)

kuangjing kongqi yasuoji ceshi

矿井空气压缩机测试 (measurement and test of mine air compressor)

用测试装置、仪表、仪器对空气压缩机的排气量、排气压力、温度、轴功率以及管网漏气等技术参数进行测量,求得比功率、排气效率等,以确保设备经济运行。

排气量测试 有储气罐法、低压箱法和流量计法等。

储气罐法 测试时开动空气压缩机向储气罐内充气,达到额定压力时停机。记录向储气罐充气开始和终止时压力、温度、充气时间和主轴转速,用下式计算空气压缩机排气量:

$$Q_a = \frac{VT_0}{t p_0} \left(\frac{p_2}{T_2} - \frac{p_1}{T_1} \right)$$

式中 Q_a 为吸入状态下空气压缩机排气量, m^3/min ; V 为储气罐及相连管道容积, m^3 ; p_1 、 p_2 为充气开始及终了时储气罐内气体绝对压力, MPa; T_1 、 T_2 为充气开始及终了时储气罐中气体绝对温度, K; t 为充气时间, min; p_0 为吸入空气绝对压力, MPa; T_0 为吸入空气绝对温度, K。

低压箱法 又称喷嘴法。其原理是气体通过喷嘴时断面缩小,流速加快,从喷嘴前后产生压差求得排气量。

测试时,将低压箱和喷嘴接到储气罐,接好差压计(图 1)。

开动空气压缩机,当储气罐内压力达到额定值并稳定后,记录喷嘴前温度和压差读数,同时测主轴转速,按下式计算排气量:

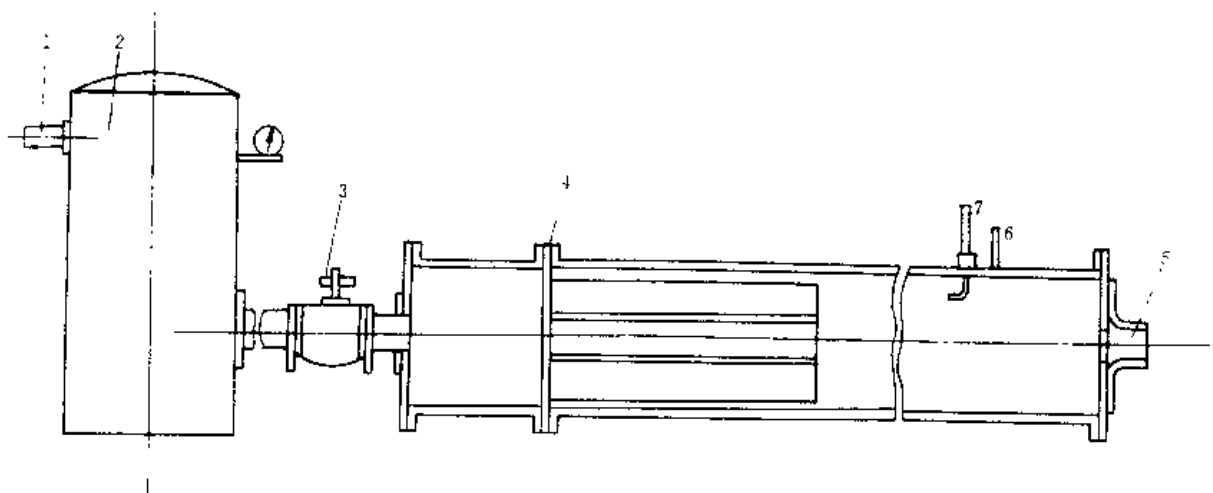


图 1 低压箱法测排气量图

1—排气管; 2—储气罐; 3—调节阀; 4—低压箱;
5—喷嘴; 6—温度计; 7—接差压表

$$Q_s = 1128.53 \times 10^{-6} c d^2 T_0 \sqrt{\frac{H}{P_0 T_1}}$$

式中 Q_s 为吸入状态下空气压缩机排气量, m^3/min ; c 为喷嘴系数 (可通过有关图表查得, 一般在 0.985~0.995 之间); d 为喷嘴开孔直径, mm ; T_0 为吸入空气温度, K ; H 为喷嘴前后压差, Pa ; P_0 为吸入空气绝对压力, MPa ; T_1 为喷嘴前气体平均温度, K 。

流量计法 流量计由流量传感器和流量显示仪组成。测试时, 将流量传感器装在储气罐后管路上。接通仪表电源, 向主机输入有关参数, 开动空气压缩机, 当储气罐内压力达到额定值并稳定后, 测空气压缩机主轴转速, 以显示仪读取空气压缩机排气量。

排气量换算 若被测空气压缩机实际转速与额定转速不相符或不是标准状态下的排气量时, 须对测得的排气量进行换算。

额定转速排气量 可用下式换算。

$$Q_n = Q_s \frac{[n]}{n}$$

式中 Q_n 为换算到额定转速下的排气量, m^3/min ; Q_s 为实际转速下的排气量, m^3/min ; $[n]$ 为主轴额定转速, r/min ; n 为主轴实际转速, r/min 。

标准状态排气量 由于在标准大气压下, 有 0°C 和 20°C 两种标准状态, 其换算公式分别为:

$$Q_0 = Q_s \frac{P_0 T}{P T_0} = Q_s \frac{\gamma'}{\gamma_c}$$

$$\text{或} \quad Q_{20} = Q_s \frac{P_0 T_{20}}{P T_c} = Q_s \frac{\gamma'}{\gamma_{20}}$$

式中 Q_0 、 Q_{20} 为 0°C 和 20°C 标准状态下空气压缩机排气量, m^3/min ; Q_s 为额定转速下排气量, m^3/min ; T 、 T_{20} 为标准状态下空气温度, K ; γ_0 、 γ_{20} 为标准状态下空气密度, kg/m^3 ; P 为标准大气压, MPa ; P_0 为测试时空气绝对压力, MPa ; T_0 为测试时空气温度, K ; γ' 为测试时空气密度, kg/m^3 。

其他参数的测试与计算 包括各级压力、温度、主轴转速的测量以及轴功率、比功率、排气效率计算等。

各级压力、温度直接用压力表和温度计测量, 主轴转速可用转速表测得。

轴功率计算 指空气压缩机输入功率, 其计算公式为:

$$P = P_d \cdot \eta_d \cdot \eta_l, \text{ kW}$$

式中 P_d 为电动机输入功率, kW ; η_d 为电动机效率; η_l 为联轴器传动效率。

比功率计算 指每立方米排气量消耗的功率, 是评价空气压缩机经济效果的指标, 比功率计算公式为:

$$P_i = \frac{P}{Q_s}, \text{ kW}/\text{m}^3 \cdot \text{min}$$

式中 P 为空气压缩机轴功率, kW ; Q_s 为空气压缩机实测排气量, m^3/min 。

排气效率计算 为空气压缩机实测排气量与额定排气量的比值。是衡量空气压缩机容积有效利用程度的参数。排气效率为:

$$\eta_p = \frac{Q_s}{[Q]} \times 100\%$$

式中 Q_s 为实测排气量, m^3/min ; $[Q]$ 为额定排气量, m^3/min 。

空气压缩机全性能测试 空气压缩机全性能检测仪由各传感器和带显示器的主机组成。各传感器将采集的数据输入主机, 经变换处理可测出空气压缩机的各性能参数 (图 2)。测试时, 将环形管装在储气罐后管路上, 再将压差和压力传感组件接在环形管各测孔上, 接好有功功率变送器和转速传感组件, 开动空气压缩机, 当储气罐内压力达到额定压力并稳定时, 向主机输入指令, 即可显示和打印出压力、排气量、高压缸排气温度、转速、轴功率及比功率等数据。

空气压缩机测试后, 要对测试结果进行分析, 对比功率高和排气效率低的原因, 及时采取措施处

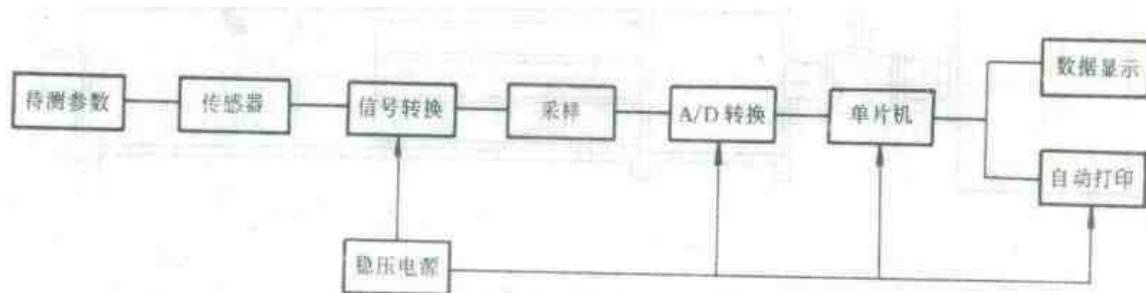


图 2 全性能检测原理框图

理, 以达到安全、经济运转之目的。

压气管网漏气量测试 前测试的排气压力和排气量是空气压缩机产生的压力和排气量。送入管网后, 因管路阻力损失和漏气, 送到使用地点, 其压力和压气量都会下降。压力损失可从使用地点压力表读数算出。管网漏气量需经测试得出。

测试方法与测排气量相同。将排气量测试装置接在管网闸阀前。关闭闸阀测一次空气压缩机排气量。然后停止一切用气, 打开通往管网的闸阀, 开动空气压缩机, 此时压气既通往管网, 又通过测试装置, 再测一次排气量。管网漏气量为两次测得的排气量之差。即

$$Q_L = Q_1 - Q_2, \text{ m}^3/\text{min}$$

式中 Q_1 为不带管网测得的排气量, m^3/min ; Q_2 为带管网时测得的排气量, m^3/min 。

参考书目

林承凤等, 《矿山固定设备技术测定》, 煤炭工业出版社, 1980。

(刘兆文)

kuangjing paishui shebei ceshi

矿井排水设备测试 (measurement and test of mine drainage equipment) 用测试装置及仪器仪表对矿井排水设备的流量、扬程、功率、效率等技术

参数进行测量, 用以绘制水泵和管路特性曲线图, 确定水泵工况点。

流量测试 有水堰法、节流法、流量计法等。

水堰法 有三角堰、矩形堰、全宽堰三种类型。水堰由堰槽和堰板构成。当水经堰槽流过堰板的堰口时, 根据堰水头的高低计算其相应的流量。煤矿多用矩形堰 (图1)。测试时, 开动水泵, 用闸阀控制流量, 测5~8个点。每个测点均测水头上水面高度, 同时读取扬程、功率、转速等数据。从各水头上水面高度, 减去堰口下边缘至槽底距离得各测点堰水头, 按下式计算各测点流量:

$$Q = 0.06 C b h^{3/2}$$

$$C = 1785 + \frac{2.95}{h} + 237 \frac{h}{D}$$

$$- 428 \sqrt{\frac{(B-b)h}{DB}} + 34 \sqrt{\frac{B}{D}}$$

式中 Q 为流量, m^3/min ; C 为流量系数; b 为堰口宽度, m ; h 为堰水头, m ; B 为堰槽宽度, m ; D 为堰口下边缘至堰槽底面距离, m 。

节流法 有喷嘴、孔板、文丘里管3种类型。其原理是利用液体通过喷嘴、孔板或文丘里管缩小断面, 使其流速加快, 在测压断面之间产生相应压差, 计算相应的流量。煤矿多用喷嘴法。用喷嘴法测试时, 在地面排

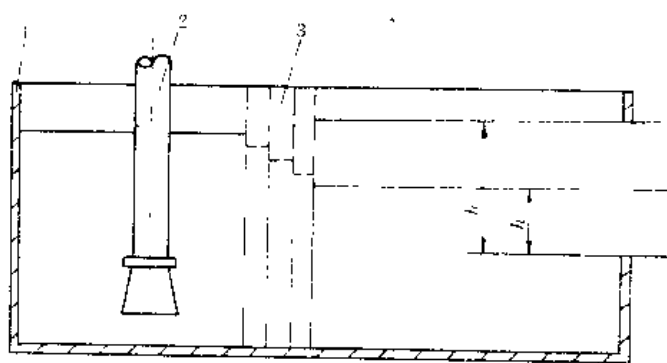
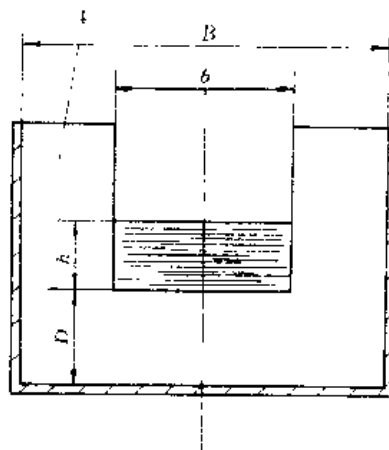


图1 矩形堰图

1—堰槽; 2—排水管; 3—节流栅; 4—堰板



水管终端安装喷嘴和差压计, 开动水泵, 用闸阀控制流量, 测5~8个点, 每个测点都要同时记录压差、扬程、功率、转速等数据, 按下式计算各测点流量:

$$Q = 6.4 \times 10^{-5} C d \sqrt{\frac{h}{\gamma}}$$

式中 Q 为流量, m^3/min ; h 为差压计读数, Pa ; d 为喷嘴开孔直径, mm ; C 为流量系数; γ 为液体密度, kg/m^3 。

流量计法 超声波流量计由带流量显示的主机和流量传感器组成。流量传感器能发射超声波和接收超



声回波。其原理是超声波在不同流速的液体中传播速度不同,从传播时间上的变化求得液体的流速和流量。超声波通过传感器中压电晶体实现声电转换,经主机处理后显示和打印流量值。测试时,接好流量计电源,作好测试扬程、功率、转速等准备后,向主机输入水管外径、壁厚等数据,按主机显示的两探头间距离,将探头装在排水管上。开动水泵,向主机输入指令,即显示和打印出流量。用闸阀控制流量,测5~8个点,每个测点均同时记录流量、扬程、功率及转速等数据。

扬程测试 包括扬程和排水垂高的测试与计算。

扬程 为排水垂高水柱与管路阻力损失水柱之和。可在水泵开动时,测量水泵进、出口压力,按下式计算扬程:

$$H=102(P_1+P_m)+Z+\frac{V_d^2-V_s^2}{2g}$$

式中 H 为扬程, m ; P_1 为水泵出口压力, MPa ; P_m 为水泵进口压力, MPa ; Z 为压力表与真空表间垂直距离, m ; V_d 为排水管内水流速度, m/s ; V_s 为吸水管内水流速度, m/s ; Z 和 $\frac{V_d^2-V_s^2}{2g}$ 相对数值很小,可以忽略不计。

排水垂高 为吸水井水面至排水管出口间垂直距离。可从地质图查得标高算出;也可在水泵出口闸阀上方装压力表,停泵时关闭闸阀,从压力表读数求得排水垂高:

$$H_s=102P_2+h_s$$

式中 H_s 为排水垂高, m ; P_2 为闸阀上方压力表读数, MPa ; h_s 为闸阀上方压力表至吸水井水面间垂直距离, m 。

水泵功率计算 水泵功率包括有效功率和轴功率。

水泵有效功率 指水泵输出功率,可按下式计算:

$$P_T=\frac{QH\gamma}{60\times 102}$$

式中 P_T 为水泵有效功率, kW ; Q 为水泵流量, m^3/min ; H 为水泵扬程, m ; γ 为水的密度, kg/m^3 。

水泵轴功率 指水泵输入功率,可按下式计算:

$$P=\frac{Mn}{974}$$

式中 P 为水泵轴功率, kW ; M 为水泵轴上的扭转力矩, $kg\cdot m$; n 为水泵转速, r/min 。

水泵轴功率还可按下式计算:

$$P=P_d\cdot\eta_d\cdot\eta_l$$

式中 P_d 为电动机输入功率, kW ; η_d 为电动机效率; η_l 为联轴器传动效率。

水泵与排水系统效率计算 包括水泵效率、管路效率和排水系统效率。

水泵效率 为水泵的有效功率与轴功率之比,即:

$$\eta=\frac{P_T}{P}\times 100\%=\frac{QH\gamma}{60\times 102P}$$

管路效率 为排水垂高与扬程之比。即:

$$\eta_s=\frac{H_s}{H}\times 100\%$$

排水系统效率 为排水系统总效率,等于水泵效率、管路效率和电动机效率之积,即:

$$\begin{aligned}\eta_c &= \eta\cdot\eta_d\cdot\eta_l \\ &= \frac{QH_s\gamma}{6120P_d\eta_l}\times 100\%\end{aligned}$$

式中 η_c 为排水系统效率。

水泵全性能测试 煤矿排水设备全性能检测仪由各传感器组件和带显示器的主机组成。各传感器将采集的数据输入主机,经变换处理即可测得排水设备的各性能参数(图2)。

测试时,在水泵入口和出口装上负压和压力传感组件,有功功率变送器和转速传感组件与主机相连接。向主机输入有关参数后,开动水泵。向主机输入指令,即可显示和打印出流量、扬程、转速、轴功率、效率等数据。用闸阀调整流量,测5~8个点,即得到5~8组数据。

排水设备测试后,要根据测试结果绘制水泵和管路特性曲线,确定工况点。

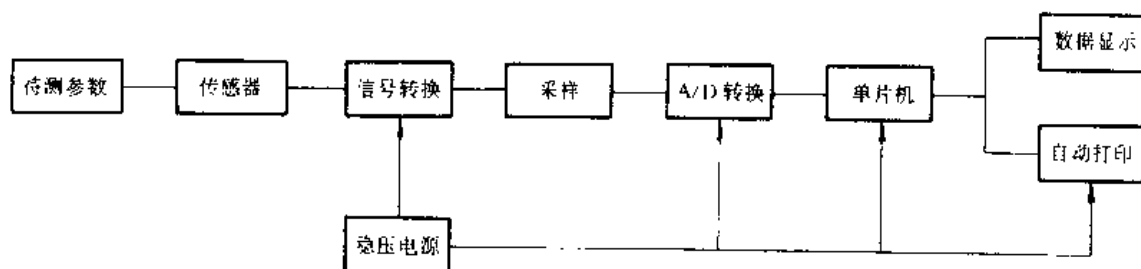


图2 全性能检测仪原理框图



水泵与管路特性曲线 为流量与其它各参数间关系的曲线。

水泵特性曲线 在一定转速下反映流量与扬程、功率、效率间关系的曲线。

测试流量时同时测试扬程、功率并计算该点水泵效率。每测试一点流量,上述各参数便有一个点与其相对应。将每个参数的各个点连接起来便是流量与各参数间关系的水泵特性曲线。

管路特性曲线 为流量与管路阻力损失间关系的曲线。

由管路特性方程: $H = H_s + R_T Q^2$ 可求得管路阻力系数:

$$R_T = \frac{H - H_s}{Q^2}$$

式中 H 为将流量 Q 从管路中排出所需扬程, m ; H_s 为排水垂高, m ; Q 为从管路中排出的流量, m^3/min 。

R_T 确定后,即可按管路特性方程绘出不同流量,求得相对应的扬程,据此给出管路特性曲线。

工况点 将水泵的流量与扬程关系的特性曲线与

管路特性曲线画在同一个坐标图上,两条特性曲线的交点称工况点。该点对应的流量和扬程是水泵产生的流量和扬程,也是通过管路的流量和需要的扬程。对测试后绘制的水泵与管路特性曲线及工况点要进行分析。将测得的特性曲线与原特性曲线比较,如与原特性曲线偏离太远或工况点超出经济运行范围,要分析原因,对水泵和管路存在的问题,要及时检修和处理,以达到经济运行之目的。

参考书目

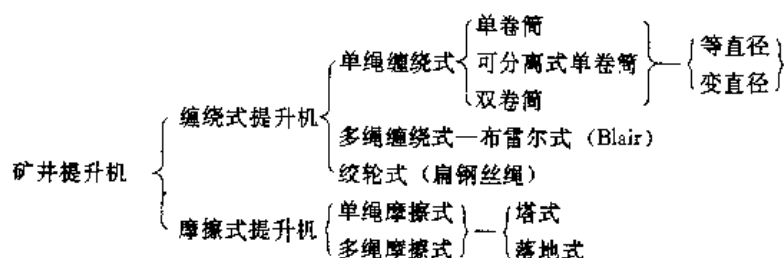
朴承凤等,《矿山固定设备技术测定》,煤炭工业出版社,1980。

(刘兆文)

kuangjing tishengji

矿井提升机 (mine winder) 安装在地表,通过钢丝绳带动提升容器沿井筒或斜坡道运行以完成提升任务的机械。

根据矿井提升机工作原理和结构的不同,矿井提升机可分为以下类型:



提升机主要由主轴装置、制动系统、减速器、电动机(早期为蒸汽机)等组成。

世界上第一台由蒸汽驱动的提升机约产生于公元1800年。中国北京、开滦等地许多煤矿都曾用过蒸汽动力提升机。1877年德国戈培设计出第一台单绳摩擦式提升机。1895年德国生产出第一台电动提升机。1938年多绳摩擦式提升机问世。1958年多绳缠绕式提升机在南非超千米的矿井使用。1988年德国安装了第一台置同步电机于摩擦轮内的内装式提升机。近年提升技术进步很快,向大提升量、高速度、全自动方面发展,并具有良好的性能和完善的安全保护检测监控设施。中国1949年后提升机制造业获得很大进展,生产的缠绕式提升机卷筒直径达5m,最大静张力达260kN,最大静张力差达180kN,最大提升速度14m/s。直径4m的六绳摩擦式提升机最大静张力达1030kN,最大静张力差达270kN。在设备故障与状态监测方面也有较大的发展,如各种后备保护;根据断裂力学原理,利用探伤可以比较准确地预测提升机主轴

断裂的日期等。国外多绳摩擦式提升机最大摩擦轮直径达6.5m,一台Blair式双绳提升机最大静张力差达680kN。提升机制动系统亦由闸块式发展到盘式,油压超过20MPa,并且在安全制动时具有恒减速和控制油压下降特性以减少系统动应力的冲击限制性能。提升机的电力驱动有交流、直流低速直联和三相交交变频同步机全自动驱动(1986年出现)。低速同步电动机直联提升机的性能可与直流驱动相媲美,在零转速附近也能平稳运行。

(夏荣海)

kuangjing tishengshebei ceshi

矿井提升设备测试 (measurement and test of shaft hoisting installation) 设备在安装后、使用前以及使用中,定期对技术性能、运行参数及安全控制系统状态进行测试,以便规划维修,确保提升设备安全、可靠、高效运行。测试的主要内容有:运动学、动



力学参数测试,制动器性能测试,控制电器测试和整定。对于摩擦提升设备,还应进行摩擦系数测试。

运动学、动力学参数测试 包括速度图、定子电流图、变位质量、矿井阻力的测定。目的是测定设备的综合生产能力,运转特性,调整不合理的运行参数。

速度图测定 由提升测速发电机电压引入实际速度信号,经适当匹配电阻至示波器振子,记录提升速度图。

定子电流图测定 定子电流图反映提升循环内拖

动力的变化。测量信号由定子电流二次侧引入。定子电流图与提升速度图同时用光线示波器记录(图1)。由实测的电流曲线,可检验起动的平稳性、控制电器调整的准确性、验算电机等效功率等。

变位质量及矿井提升阻力系数测定 系统变位质量及矿井提升阻力系数是动力学的基本参数。变位质量是指将提升系统各运动部件的质量等效地换算到卷筒(或摩擦轮)的名义直径上的质量。其测定方法是提升重物时容器在井筒中部位位置附近自由停车,用示波

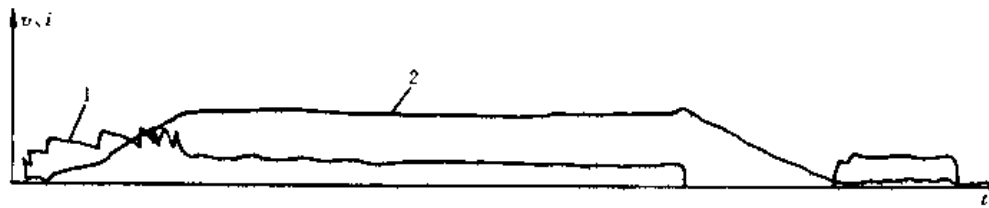


图1 定子电流图及速度图测试实例

1—定子电流; 2—提升速度

器拍摄记录其减速过程,由实测减速度 a ,换算变位质量 Σm 。例如,对于等直径卷筒无尾绳提升系统:

$$\Sigma m = \frac{kQ - \rho h}{a}, \text{ kg} \quad (1)$$

式中 Q 为有益荷重, N; ρ 为钢丝绳每米重, N/m; h 为示波器记录的相应减速行程, m; k 为矿井提升阻力系数,对于箕斗提升系统,近似取 $k=1.15$,罐笼提升系统取 $k=1.2$ 。矿井提升阻力系数指提升容器荷载重力与矿井阻力之和对荷载重力的比值。矿井提升阻力为提升系统运行时,摩擦阻力,空气阻力和钢丝绳弯曲阻力等的总和。

当采用两种不同载荷测定变位质量时,利用式(1)的换算关系,同时可以实测出矿井提升阻力系数 k 。影响变位质量和矿井提升阻力系数测量精度的因素很多,在测量方法上应尽量避免不确定因素、增加测量次数以求其平均值。

制动器性能测定 内容有制动盘偏摆及制动轮椭圆度测定、闸瓦间隙和安全制动空行程时间测定、二级制动特性曲线测定、安全制动减速度测定、闸瓦与制动盘(轮)摩擦系数测定和制动力矩测定等。

制动盘偏摆及制动轮椭圆度测定 偏摆和椭圆度影响制动的可靠性。常用千分表或百分表测定。也可以用非接触式位移传感器,配光线示波器测量记录,其优点是偏摆量可以记录分析,测量工作可在正常生产中完成。

闸瓦间隙和安全制动空行程时间测定 测定闸瓦间隙的简单方法是用塞尺测量。使用位移传感器和记

录仪可以同时实现闸瓦间隙和空行程时间的测定。分析闸瓦位移曲线,可得闸瓦间隙及空行程时间。

二级制动特性曲线测定 检验二级制动延时时间与制动油压整定值,调整制动器第一级制动力矩(油压值)的大小和延续时间,得到合乎实际要求的最佳制动参数。测试仪器有油压传感器、动态应变仪、光线示波器等。方法是在安全制动时,由光线示波器记录脚踏开关接点信号,延时阀接点信号和盘形闸油压信号(图2)。图中 E 点表示脚踏开关接点动作,开始实施安全制动,油压由 A 降至 B 产生第一级制动力矩, F 点表示延时结束,油压由 C 降到 D 点,实现二级制动。 $E-F$ 为延时时间。

安全制动减速度测定 由测速发电机电压引入实

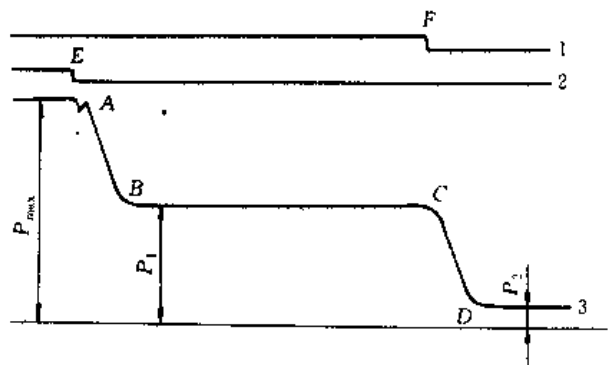


图2 二级制动特性曲线测定示例图

1—延时接点信号; 2—脚踏开关接点信号; 3—油压信号

P_1 —第一级制动油压; P_2 —第二级制动油压



示提升速度信号,在提升机运行达全速时,施加安全制动,并用光线示波器记录制动过程。根据记录的减速行程,求出安全制动减速度平均值。也可用专用减速度测量仪,固定在提升容器内,用以测量、记录容器的减速度。

闸瓦与制动盘(轮)摩擦系数测定 摩擦系数受摩擦副工况条件影响而变化,闸瓦与制动盘实际摩擦系数要经实测确定。摩擦系数测定使用的仪器有油压传感器、光线示波器等。首先测制动器的贴闸油压 P_1 ,可在闸瓦与制动盘间插入薄纸片,慢慢施闸的同时抽动纸片,记录 P_1 。然后在提升机下放重物时断开机电源、提升机在重力差及制动器控制下,保持一定速度(如 1m/s) 匀速运行,测量并记录此时的油压值 P 。将测得的 P_1 及 P 代入制动力矩算式 $M_z = 2(P_1 - P)AnR_m\mu$,并考虑到此时静力矩与制动力矩平衡, $M_1 = M_z$, 摩擦系数为:

$$\mu = \frac{M_1}{2(P_1 - P)AnR_m} \quad (2)$$

式中 A 为油缸活塞有效作用面积, cm^2 ; n 为闸副数; R_m 为制动盘摩擦半径, m 。

制动力矩测定 实测制动力矩一般采用两种方法:

(1) 在摩擦系数测定后,根据测得的贴闸油压 P_1 ,液站残压 P_c ,计算最大制动力矩:

$$M_z = 2(P_1 - P_c)A\mu nR_m \quad (3)$$

式中其它符号代表意义见公式(2)。

(2) 将双容器置于交错位置,制动器施全闸,用固定于卷筒轮缘上的钢丝绳,通过吊车,经拉力传感器拉曳卷筒,记录瞬时拉动卷筒时的拉力值 S ,计算出制动力矩 $M_z = SR$ 。 R 为拉曳钢丝绳的作用半径。

控制电器测试 检测、调整控制电器的整定值,实现设计速度图及力图。测试内容及方法与拖动控制方式有关,对交流拖动系统,一般要测定各级转子电阻值以及加速电流继电器、加速时间继电器和过速继电器的整定值等。

转子电阻测定 用双臂电桥测定各级电阻值。在工作温度或断电后立即测定,若测定冷态电阻,应将其阻值折算至工作温度时的阻值。

加速电流继电器整定电流测定 用三相调压器及可变电阻测定。调节可变电阻使三相电流相等,逐步升高和降低调压器电压,测定吸持和释放电流。

加速时间继电器整定时间测定 用周波积算器(电秒表)测定。

过速继电器整定电压测定 作为过速保护,按要求过速一定界限应起保护作用。测定时,用改变直流发电机电压或改变硅整流器电压来测量吸合电压。

其他速度继电器的整定测试方法同过速继电器。

摩擦轮衬垫摩擦系数测定 钢丝绳与衬垫间的摩擦系数,依摩擦副工况条件而变化,实际摩擦系数要通过实测确定。实测的方法有现场直接测试法和实验室模拟测试法。

(1) 现场直接测试法 在测得摩擦轮两侧张力 F_1 、 F_2 后,利用欧拉公式求得静摩擦系数:

$$\mu = \frac{1}{\alpha} \ln \frac{F_1}{F_2} \quad (4)$$

式中 α 为围包角, rad ; F_1 为井口容器侧张力,可以直接计算;井底容器侧张力 F_2 的测定如图3所示。在井口钢梁3上,拴绳扣2,并使具有一定松弛度,另一侧提升钢丝绳与拉力传感器7连接,用起重行车牵引拉力传感器,当百分表5有微小位移时,记录传感器指示值 $Q_1 \cdot F_2$ 为:

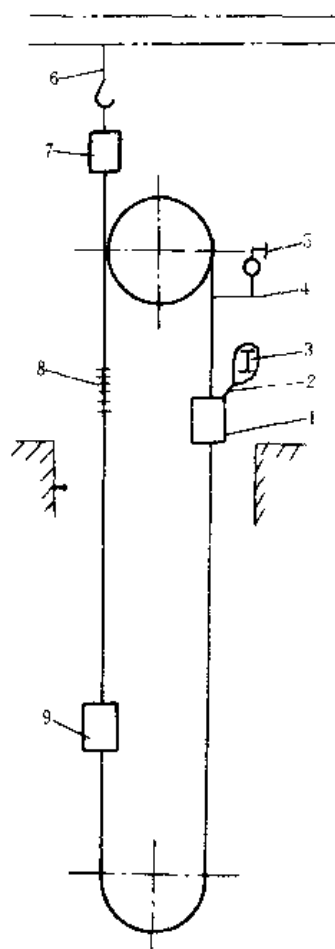


图3 静摩擦系数测试示意图

1、9—提升容器; 2—绳扣; 3—钢梁;
4、8—绳卡; 5—百分表; 6—起重吊钩; 7—拉力传感器



$$F_2 = np h_1 + n' q h_2 + Q_2 - Q_1 \quad (5)$$

$$\text{同理} \quad F_1 = np h_3 + n' q h_4 + Q_3' \quad (6)$$

式中 p 、 q 分别为主、尾绳每米重, N/m ; n 、 n' 分别为主绳及尾绳根数; h_1 、 h_2 为井底容器侧主、尾绳长度, m ; h_3 、 h_4 为井口容器侧主、尾绳长度, m ; Q_2 、 Q_3' 分别为井底、井口容器重, N 。

(2) 实验室模拟测试法 现场测试需占用生产时间, 如做动摩擦系数测试, 尚需一定安全措施。利用专用的摩擦系数测试设备测试, 消除了上述不利因素。测试设备可以模拟矿山使用条件, 如比压、滑速、温度及表面状况等不同工况。测试的过程控制、数据采集, 处理均由计算机完成, 消除了人为因素, 这种方法快速、准确、方便。中国已研制成功摩擦系数测试设备, 并已开展了实验室模拟测试工作。

参考书目

张希武等, 《煤矿安全提升》, 煤炭工业出版社, 1989。

(孙玉蓉)

kuangjing tongxin

矿井通信 (mine communication) 以矿为中心, 利用通信设备和各种传输媒体实现矿内各部门、各个环节之间的各类井上下通信。矿井通信设备除满足通信业务要求外, 还要适应井下恶劣环境条件, 并制成防爆设备。

分类 矿井通信按用途分有矿井调度通信、矿井局部通信以及矿井通信、监控综合装置。按传输媒体分为有线通信、无线通信、载波通信、感应通信、漏泄通信、光纤通信等。其组网方式最常见的有星形网, 用于调度通信, 其次为总线网, 常用于局部通信。

调度通信系统 见矿井调度通信。

从系统构成方式分有电话偶合器型、人工交换型、自动交换型 3 类, 自动交换型调度通信系统又分机电式和程控式两类。

井下局部通信 为井下局部生产环节、辅助环节相互联络、指挥用的通信系统。常见的有工作面通信系统; 顺槽扩音通信系统; 流动人员及移动设备用的漏泄及感应通信系统; 煤流运输、巷道联络用的扩音传呼通信系统; 斜井运输的人车信号及井筒通信装置; 监控系统维修用的调试电话以及小型调度指挥电话、声力电话等。近年来, 由于光纤通信技术在煤矿应用得到长足发展, 已开发了图像、语音、数据综合传输的产品, 目前煤矿使用较多的是矿用光纤工业电视系统。局部通信多用于部门, 因相互联系较少, 又为了便于统一调度指挥, 协调生产, 各个部门的局部通信通常汇接到矿生产调度总机。

局部通信按使用方式分有扩音通信、扩音传呼通信、机车通信、流动 (包括感应、漏泄、无线) 通信等。

扩音通信仅是将原始的语言信号经放大器放大通过音频电缆送至各个扩音电话机, 由喇叭扩音播放。扩音传呼通信分扩音传呼、选号传呼、选线传呼 3 种方式, 其实质都是由扩音广播进行呼叫, 而后双方进行双工对讲。机车通信又分架线机车载波通信、感应通信、漏泄通信等。架线电机车载波通信除少数国家外 (如美国) 已很少使用, 为保证信道质量, 须对信道进行处理。如采用隔离法, 设固定台在运输巷道中间, 提供低损耗传输线等。取而代之的是感应通信和漏泄通信。感应通信是以很好的感应体或专用的感应线为传输媒体和无线电通信设备的统称, 工作频率在低中频 ($500\text{kHz} \sim 1.5\text{MHz}$), 手持机发射功率约 500mW 左右, 接收灵敏度约 $1\mu\text{V}$ 。感应通信由于工作频率较低, 多采用环状天线或磁性天线, 无线通信设备可采用现成的收发讯机加以防爆处理即可, 而漏泄通信是将同轴电缆外导体开孔或疏编, 使沿线传输的无线电波通过外导体漏泄实现无线电通信。漏泄电缆传输衰耗大于同轴电缆传输衰耗, 因此, 隔一定的距离需加装中继器。漏泄工作频段各国不尽相同, 为降低电缆成本, 往往频率选择较低, 一般取 $49 \sim 70\text{MHz}$, 但相对增加了衰耗。调制方式多采用 FM、PM。与漏泄通信相比, 感应信道不如漏泄通信信道稳定, 工作频率较低, 噪音、抗干扰也较差。如缩短通信距离感应通信仍有一定的抗干扰能力, 此外当用于穿透煤岩层感应通信仍然为合适的通信方式, 因此感应通信仍有广阔推广前景。

矿井通信、监控综合装置 以通信为基础, 复合信号监视及控制功能的新型装置 (见矿用通信、信号、控制综合装置)。

简史 中国发展以调度为主的调度通信系统, 大致经历了 4 个阶段: 第一阶段, 70 年代以前矿井通信主要工具为隔爆型磁石电话及由此组成的磁石调度通信系统; 第二阶段, 70 年代将隔爆的话机改造成本安电话机, 通过安全偶合器与地面的任何调度机接续, 形成了矿用人工交换调度通信系统; 第三阶段, 研制开发专用矿用调度机; 第四阶段, 研制开发程控调度通信系统。该系统的实现又有两种技术途径: ①在程控交换机基础上, 利用程控交换机服务台, 增添操作键盘配以偶合器形成矿用程控调度通信系统。②根据煤矿特点及要求, 开发煤矿专用程控调度通信系统, 其用户线为本质安全型的。

矿井局部通信发展较快, 70 年代末, 中国矿井局部通信使用较多的只有: 架线电机车载波电话; 扩音电话; 动力线载波电话。进入 80 年代, 先后开发成功有



扩音传呼电话 (Pager 型电话)、扩音选呼电话、多路选呼电话、调试电话、通信信号机、选扩式通信信号机、感应式通信机、井筒电话、漏泄通信与光纤通信设备及装置等等。

随着监控技术及计算机技术的发展,目前矿井通信正摆脱单一的语言通信模式,向高新技术化、智能化、综合化方向发展,如程控调度广播及语言处理系统、矿用蜂窝状无线电通信系统、矿用无线电监控系统 and 矿用 BP 机呼叫系统。矿用无线电通信正向高中频、跳频、锁相、多信道、多用户方向发展,过去几块乃至几十块集成芯片现由一片专用集成块实现,无线、有线的调度程控交换机向微机分布,微机处理方向发展,手持机、固定话机向功能全、高可靠性方向发展。

(郭成伟)

kuangjing wuxian tongxin

矿井无线通信 (mine radio communication)

借助矿井特殊信道实现的无线电通信,包括特低频、甚低频透地通信、电磁波沿地导电层(煤层)传播的中频通信、以巷道作波导的超高频、特高频通信,以及有线—无线相结合的中频感应通信、高频和甚高频的漏泄通信。无线通信指利用电磁波在无线传输媒介中传输信息的通信。

工作原理 矿井无线电波在非自由空间传输,由于周围介质对无线电波的损耗、漫反射等使无线电通信的距离大大地下降。岩石导电率一般偏低,煤层导电率偏高,可形成具有低导电层中低频无线电通信。当频率工作较低时,通过适当的天线和天线匹配装置,电磁波可以穿透地层实现地面和井下透地无线电通信。80年代前后,矿井无线电工作者又开始对超高频与特高频在井下应用进行研究,结果发现频率达1GHz时,比传输400MHz衰耗要小,大约1GHz时为2~4dB/300m;400MHz时为20dB/300m。巷道具有导波效应,频率的选用受到一定的限制条件,如甚低频天线架设匹配较难;中低频抗干扰能力较差,又和地理位置、煤岩导电率关系甚大;超高频只能直线传输,并受元器件和技术工艺水平限制。目前最为活跃的矿井无线电通信为中低频无线电感应通信与高频、甚高频的漏泄通信。

分类 有代表性的几种矿井无线电通信方式如下:

单线传输方式 借助导线与巷道壁之间形成的感应场,实现无线感应通信。

双线传输方式 借助两条导线,经终端电阻形成感应场进行传输。

漏泄传输方式 电磁波以一定传输衰减沿电缆传输,同时又通过漏泄效应,实现与便携机空间偶合。为了弥补漏泄电缆传输衰耗,需沿电缆一定距离加装增音器,目前有双向增音器及单向可控增音器两种方式。

同轴电缆加辐射器传输方式 在同轴电缆每经过一段加装一个辐射器,电磁波沿同轴电缆内外导体传输到辐射器后,有小量的电磁波转换为外导体与矿井巷道壁之间的传输。

发展趋势 近年来人们对频率、传输衰减进行了大量研究,无须架设电缆的全矿井无线电通信系统已投入试验,便携机收发频率向高频方向发展,由几百kHz跨到1~2MHz,以便增加二次辐射。固定台接收到信号之后转为较低的频率,以减小沿感应体的衰耗。

(郭成伟)

kuangjing yunshu shebei

矿井运输设备 (mine transporting equipment)

搬运煤炭、矸石、材料、设备等物料及运送人员的设备。通过矿井运输设备把煤矿井下工作面采掘出来的煤炭、矸石运至地面并将井下作业所需材料、设备以及人员运搬至工作场所。矿井运输的特点是:运量大、搬运货载品种多、运输线路环节多、运距长短不一、部分运距随工作面推进而变化、流动性强、运输巷道空间有限、作业条件差、安全要求高。矿井运输系统按其输送对象可分为原煤运输和辅助运输。按作业地域可划分为工作面和采区运输、阶段和主要运输巷道运输、井筒运输(提升)以及地面运输,其中原煤运输流程一般为:采煤工作面——工作面运输巷(运输顺槽)——采区上、下山——采区煤仓——运输大巷——井底煤仓——井筒提升——地面运输。材料、设备的运输流程与煤流方向相反。矿井运输设备的选择要满足运输系统的要求,结构紧凑、外形尺寸小,便于移置和实现自动化,多品种且配套性强,符合防爆规定。

分类 矿井运输设备按运行方式分为连续输送和间歇输送两类。

连续输送设备 井下原煤的主要运输设备。其特点是系统连贯性强、货运输送效率高,在输送量大和运距长的矿井,效果尤为明显。主要设备为输送机,在条件适合的某些矿井,也可采用水力输送原煤或风力输送充填材料。输送机的主要品种为刮板输送机和带式输送机。刮板输送机用于采煤工作面运煤,也用于部分采区运输巷道;带式输送机用于采区水平、倾斜巷道以及矿井水平大巷和斜井。



间歇输送设备 用于各类巷道中的货流搬运和人员输送。间歇输送以轨道运输为主,辅以无轨运输。轨道运输设备包括牵引设备、承载设备、辅助设备。①牵引设备分为牵引机车和绞车两类,平巷中以机车为主。牵引机车按不同动力,有电机车、柴油机车、蓄能式机车等类型。架线式电机车、柴油机车用于无瓦斯和煤尘爆炸危险的主要平巷;防爆型蓄电池机车和防爆型柴油机车用于对设备有防爆要求的巷道。绞车除用在斜巷和部分平巷牵引矿车或其他设备外,尚可用于撤移采煤工作面支柱。专门用于运搬设备、材料的牵引设备还有单轨吊车、卡轨车、齿轨机车等。②承载设备包括用于运送煤炭、矸石、设备、材料的各种矿车和运送人员的人车。③辅助设备为了进行矿车在井下的编组、调度、装卸等作业,轨道运输系统中需设置翻车机、推车机、阻车器、爬车机、道岔等辅助设施。④无轨运输设备依靠轮胎在巷道底板上自由行驶,主要用于辅助运输,适合在底板较硬、通风条件良好、坡度较小的巷道中使用,有支架运输车、铲运车、自卸车等。

简史与发展趋势 20世纪初,英国在采煤工作面使用带式输送机 and 刮板输送机。40至50年代,出现了滚筒式采煤机和自移式液压支架等设备,采煤工作面的运输采用重型可弯曲刮板输送机,采区巷道及主要巷道采用以带式输送机为主的连续输送方式。20世纪末,国际上用于煤矿井下的刮板输送机最大运量达3500t/h,运距达380m,装机功率为 $3 \times 343 \text{ kW}$;带式输送机最大运量达3000t/h,最大运距超过10000m。中国矿井运输机械化发展经历了三个阶段:第一阶段是50年代爆破采煤时期。工作面使用小型可拆卸刮板输送机;采区巷道用多台刮板输送机搭接运输或用小型绞车牵引小型矿车进行无极绳(无极绳)运输;在煤层倾角适合处,采用搪瓷溜槽等无动力设备实现自溜运输;主要巷道以轨道运输方式为主,使用小型电机车牵引列车运输货流和运送人员。第二阶段为60年代中期,工作面实现滚筒采煤机作业,采用可弯曲刮板输送机配套,采区巷道开始使用带式输送机,大巷仍以轨道运输为主。第三阶段为70年代以后,采煤工作面实现综合机械化,重型可弯曲刮板输送机的运输量达到1500t/h,运距可达200m,最大装机功率为 $2 \times 400 \text{ kW}$;工作面运输巷带式输送机的运输量达到2000t/h,运距达到3000m,并突破了向下输送技术,采区上、下山带式输送机的使用倾角可达 $\pm 25^\circ$,部分矿井主要大巷陆续采用带式输送机运输,实现井下原煤连续输送;逐步发展了辅助运输机械化,以适应采掘机械化设备、材料搬运量日益增大的需要。在采用轨道运输的大巷中,架线式电机车最大粘着重量发展到20t,双机牵引时

为 $2 \times 12.5 \text{ t}$;蓄电池式电机车最大粘着重量为12t,矿车最大容量为5t。至90年代,一般矿井均以工作面可弯曲刮板输送机、采区巷道可伸缩及固定式带式输送机、主要大巷固定式带式输送机及电机车牵引列车的方式组成井下原煤运输系统。

随着采掘机械化的发展和高产、高效工作面的出现,矿井工作面数量减少,生产趋向合理集中,运输系统的能力需要与之相适应。发展趋势是:①运输连续化,装备长距离、大运量输送机,配套完善现有输送机系列品种,进一步加大输送机运输倾角,以扩大其使用范围。②提高大巷通过能力,加大牵引机车吨位和矿车容量,增大运输环节之间的缓冲能力。③提高运输设备的先进性和可靠性,实现机电一体化并发展辅助运输机械化。

(陈渠清)

kuangqu gongdian xitong

矿区供电系统 (mining area power supply system)

从电力系统取得电源(或自备电源),通过输电、变电和配电等环节向矿区提供电力的整体。由电源、输电线路和变电所三部分组成。对供电系统的基本要求是:①可靠性:首先保证各类用户必要的可靠性,并力求供电系统结线简单,以提高供电安全。②灵活性:运行灵活、操作安全、维护方便、便于发展。③经济性:投资省、占地少、运行费用低。

供电电压 与矿区电力负荷、电源点至矿区距离和地区电力系统电压有关。如有两种电压供选择时,技术经济指标相近应选择较高的电压。矿区供电电压一般采用35kV、110kV(中国东北地区大部份为60kV),部分大型矿区为220kV。

矿区电源 有外部电源与内部电源两种。矿区生产建设主要依靠外部电源,从就近有条件供给的地区变电所取得。内部电源系指煤炭工业部门自备电站。

每一矿区至少应有两个电源。两个电源可解释为两个独立的发电站(或变电所)或从一个发电站(或变电所)的不同母线段馈出。当任一电源发生故障停止供电时,其余电源应仍能担负矿区全部负荷。如矿区远离电力系统,外部电源难于引入或只能从电力系统取得一个电源时,则需要内部电源。

接入系统 为保证内部电源的稳定、安全、经济发、供电,应与电力系统联网运行。

矿区电力负荷 矿区内部煤炭生产建设的主要和辅助部门以及居民区等用电设备需要电力的总称。电力负荷按其重要性和中断供电时的人身安全、经济损失大小,分为一级、二级和三级。规划供电系统时,应



按负荷级别,采取相应对策。矿区电力负荷大小按不同类别、电压和工作制度的电气设备进行估算,一般采用单位产品耗电法。

供电系统结线 矿区用电负荷分散,可靠性要求高,需设置专用电源线路和矿区变电所。特大型矿区一

般采用分区集中供电。常用结线方式见下表。

潮流计算 计算供电系统在各种运行方式下各点和各条线路上的电压和功率分布情况,是确定运行方式的基础。也可验算各节点电压是否满足要求,检查各元件是否过负荷,同时为继电保护整定提供依据。潮流

矿区供电系统常用结线表

结 线 方 式	结 线 简 图	说 明
放射式		<p>优点: 供电可靠, 电压质量高, 继电保护简单</p> <p>缺点: 设置的两回线路, 需考虑一回线路运行承担总负荷的能力, 因而经济效益较差</p>
链 式		<p>具有放射式结线的优点, 多用于矿区内有相同电压等级的两个变电所</p> <p>缺点: 继电器整定延时较长, 可靠性较差</p>
环 式		<p>优点: 供电可靠, 经济性较好</p> <p>缺点: 保护方式与运行调度复杂, 故障时电压质量较差</p>
两端供电式		<p>优点: 供电可靠</p> <p>缺点: 保护复杂</p>

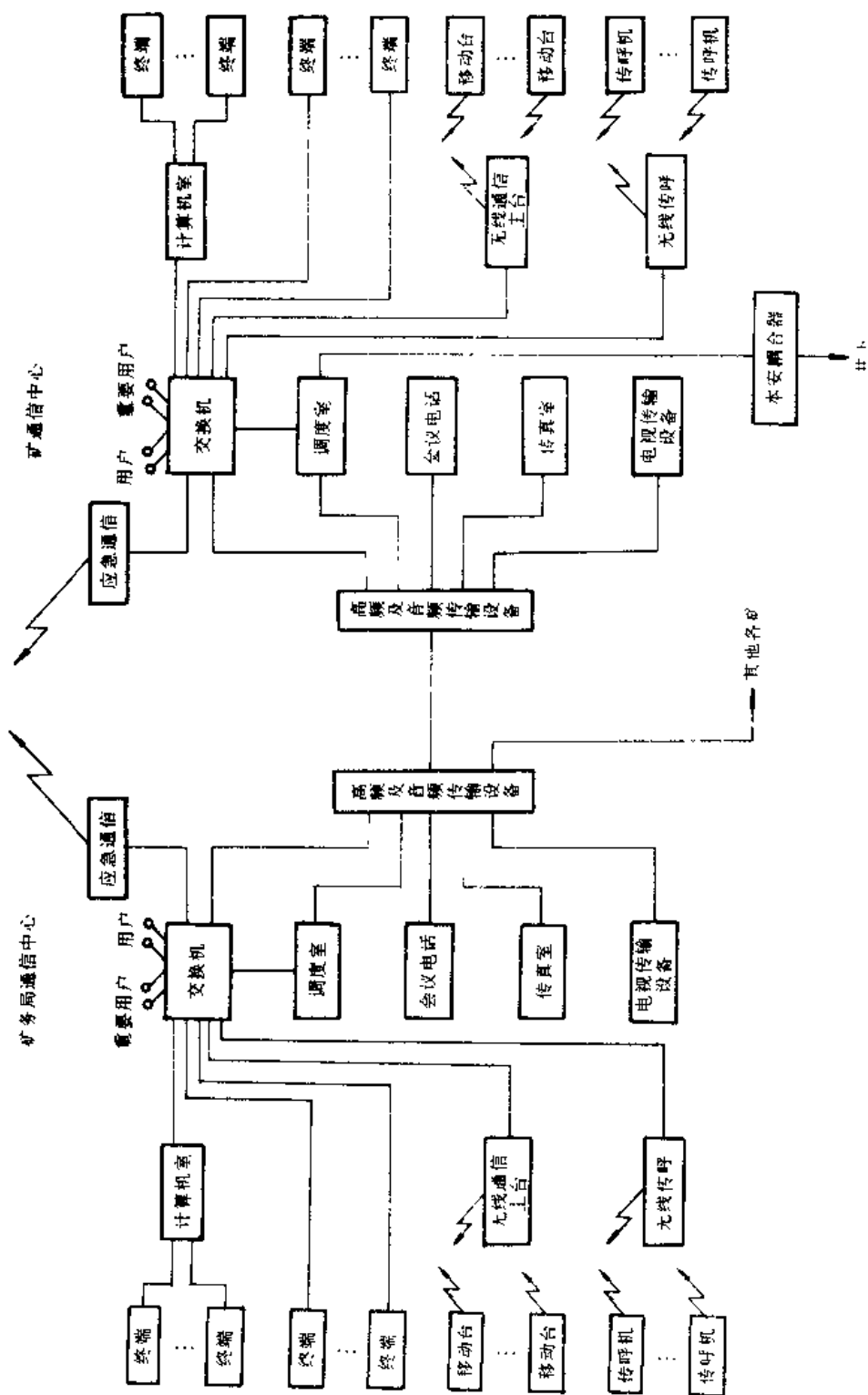


图 1 矿区通信系统组成



计算可以用计算机辅助分析方式进行计算。

继电保护 反应电力系统电气设备发生故障或不正常状态,并通过断路器跳闸或发出信号的装置。继电保护装置应满足选择性、快速性、灵敏性和可靠性的要求。电力设备和线路应配置主保护和后备保护,必要时可增设辅助保护。

矿区 35~110kV 网络常用保护有:无选择性电流速断与自动重合闸配合;阶段式电流电压速断保护和过电流保护;距离保护;纵联或横联差动保护;阶段式零序电流保护;小电流接地系统装设单相接地信号装置;母线保护。

网络中如有双电源或并列运行的平行线路,上述有关保护中,根据需要还应配置方向元件。环形电网一般用开环运行,故障后利用备用电源自动投入装置恢复对用户的供电。

自动装置 电网发生故障时,自动装置是保证安全供电的重要措施。常用自动装置有:自动重合闸装置,备用电源自动投入装置,自动低频减载装置。

电力调度与安全监测 以计算机为中心的矿区电力调度与安全监测系统,其基本功能是:

(1) 对系统内的电力传输和功率分配进行实时调度与管理,保证电网的经济运行。

(2) 电能质量和主要电力设备的安全监视和测量。

(3) 对不正常工况和超限负荷的实时记录和打印。

使用运动装置,实现矿区调度或信息中心与各变电所之间信息传输。调度中心设主站,各变电所设分站。信息传输通道一般采用通信线,电力载波或微波等。

(章典章)

kuangqu tongxin

矿区通信 (mining area communication)

利用通信设备和各种传输媒体,实现以矿务局为中心,矿区内各单位之间以及矿区对外各类业务的地面通信。矿区通信是为矿区调度指挥和企业管理服务的专用综合业务网,应能传输电话、会议电话、传真、数据、计算机信息和电视图象等。

主要内容 行政电话、会议电话;生产、电力、安全、运销等调度通信;计算机、传真;监测信息网;会议电视、工业电视;应急通信等。

组成 矿区通信网由传输信道、交换中心和用户终端等所组成,典型系统如上页图 1 所示。

矿区通信网以矿务局为中心。话务流向主要是矿

到矿务局之间,而矿与矿之间的话务量较小,因此一般采用星形辐射网和汇接星形辐射网,如图 2 所示。

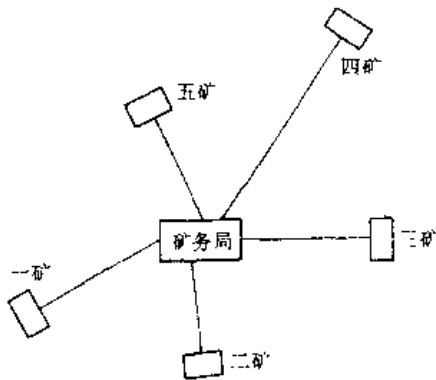


图 2 矿区通信组网示意图

传输信道 主要有电缆、明线、微波、光缆、超短波等。传输距离为数公里到二、三十公里,有的达百公里。距离近的可采用音频电缆,较远的或不易架设电缆的可采用微波、超短波等,有的边远矿区的对外通信选用卫星通信。

交换中心 多采用各种自动交换机,为适应综合业务数字网的需要,则需用数字程控交换机。矿务局交换机的容量根据煤炭产量和职工人数综合考虑,一般为 1000~3000 门,特大矿区可达 5000 门,矿井交换机容量大都为 500~1000 门,特大矿井可达 2000 门。矿务局到矿井的信道数量为交换机容量的 5%~10%,一般选用 30 路或 60 路。

终端设备 有各种电话机、调度总机、传真机、会议电话、录相机及各种数据终端等。

发展趋势 矿区通信将逐步采用数字通信网,它便于与计算机、数字程控交换机汇接,组成具有电话、数据、传真、电报等多种功能的综合业务数字网,以形成一个收集、传输、处理、交换、控制等全面自动化的通信指挥管理系统。

(付 毅)

kuangshan gongdian

矿山供电 (mine power supply) 向矿山各生产及生活设施提供电力。通常由电力系统向矿山供电,但近年来矿山自备电厂日益增多。矿山供电要求安全可靠,并符合质量标准(频率、波形、电压水平等),反映矿山生产安全、机械化、电气化和自动化水平。

电压等级 随着矿井采掘机械化的发展和大型、特大型矿井的出现,矿山电压等级不断升高。20 世



纪50年代,中国井下主要用打眼放炮采煤、人工装煤的生产方式,采区装机容量小、供电距离短,此时均采用380V供电。60年代,随着滚筒采煤机组的发展,采区装机容量有较大增长,中国煤矿井下进行了660V升压改造。70年代中期,出现了综合机械化采煤工艺,单机及工作面容量分别达到200kW及1000kW以上,此时又把采区电压从660V升到1140V。随着高产、高效工作面出现,工作面装机总容量超过5000kW,90年代已开始了在工作面采用3.3kV供电的研究。此外,70年代初期,中国开始了10kV直接下井供电的研究工作,现已在实际中使用,取得较好的经济效益。

矿井地面供电电压,由过去6kV(10kV)、35kV到目前的110kV或220kV变电站深入矿井工业广场。

供电安全及质量 随着大型、特大型矿井的出现,给矿山供电的安全及质量带来许多特殊问题。

单相接地电容电流(简称电容电流)随着井型的增大迅速增长。据统计,大型矿井总的电容电流都在30A以上,影响了系统和设备的安全运行。因此,在矿山供电中采用了许多限制电容电流措施,如分段母线供电,采用隔离变压器或消弧线圈等。早些时候中国有关规程规定矿井供电系统为中性点不接地系统。现在考虑到大型矿山的实际情况,改为中性点不直接接地系统,因此有一些矿井为单相接地时补偿电容电流,已采用中性点经消弧线圈接地的系统。

随着大容量晶闸管(可控硅)供电设备的采用(如,有的矿井提升机晶闸管供电容量达5000kW),使系统的功率因数下降,并产生了有害谐波,影响了电压水平的波动、设备安全和对系统产生污染。目前,开始研究采用静态无功补偿和动态无功补偿的谐波抑制的措施来加以改善。

大型、特大型矿井负荷比较集中,有时供电距离又比较长,要考虑在电压波动±5%时各负荷点电压偏移值及大型电动机直接起动的电压降。因此,在矿山供电中,当调整固定分接头变压器不能满足这些要求时,常采用自动调压变压器。

(朱森)

kuangya jiance yibiao

矿压检测仪表 (rock pressure detecting instrument)

检测矿山压力显现的仪器。用于地下开采,为支护设计、支护质量监控、顶板来压预报和冲击地压防治等提供科学依据。矿压显现参数主要有顶底板移近量、移近速度、支架载荷及煤岩体声发射频度和能率等。相应的检测仪有测杆、顶板动态仪、支柱测力计、支护液压压力计、声发射监测仪以及多参数计算

机远距离监测系统。

测杆 由套管3、可在管内移动的管状测尺(活杆)1和弹簧2等组成如图1所示,能测顶底板间距离,用于测量顶底板移近量。量程1~3m,精度1%FS(满刻度),分辨力(分辨能力)1mm。

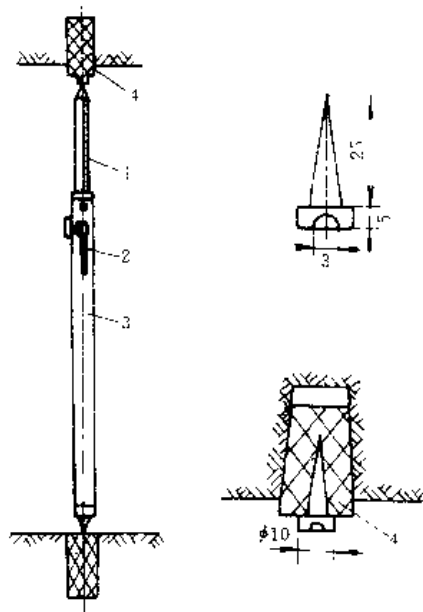


图1 测杆与基点

1—活杆; 2—弹簧; 3—套管; 4—基点

顶板动态仪 一种具有高分辨力能反映顶板动态的位移计,量程100~200mm,精度1%FS,分辨力可达0.01mm。使用时安设在顶底板之间,定时读数,用以测量顶底板移近量和移动速度。有机械式和电测式两种,其外观如下页图2、3所示。

80年代初,中国学者研制成功KY-82型顶板动态仪,安设在工作面煤壁前方顺槽中,由多点顶底板移近速度的变化曲线预报工作面顶板来压,取得成功。该仪器和预报方法在中国煤矿获得推广应用。

支柱测力计 放在支柱上或支柱下测量支柱载荷的仪器。主要有机械式、液压式、钢弦式三种,其中机械式已被淘汰。

液压测力计 由带活塞的油缸和指针式压力表组成。载荷作用于活塞,转换为油压,由压力表指示:

$$W=KP$$

式中 W 为载荷; P 为压力; K 为转换系数。

液压测力计的精度和稳定度取决于压力表。

钢弦测力计 由钢弦压力盒和钢弦频率计组成。钢弦压力盒的结构如下页图4所示,载荷 W 使膜挠曲,两钢弦柱张紧钢弦,使其固有振动基频 f 升高,用

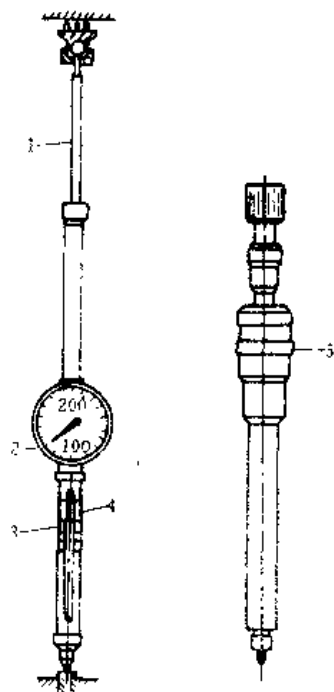


图2 机械式动态仪

1—弹簧压杆；2—刻度盘与指针；3—刻度杆；
4—游标；5—接长杆

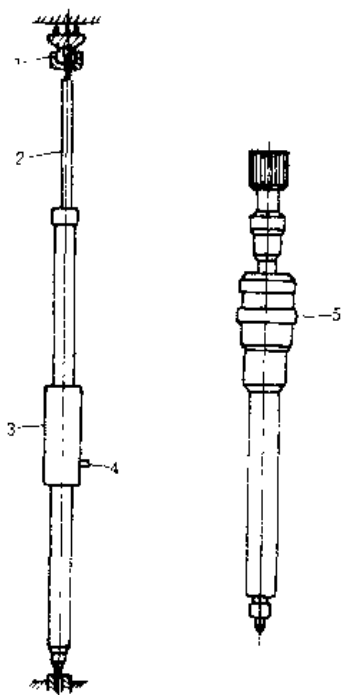


图3 电测动态仪

1—万向接头；2—弹簧压杆；3—电测位
移针；4—三芯插座；5—接长杆

钢弦频率计通过磁头激发弦振动并测定频率。实验求出 W 与 f 的对应关系—率定表。使用时，测出频率，推算载荷。

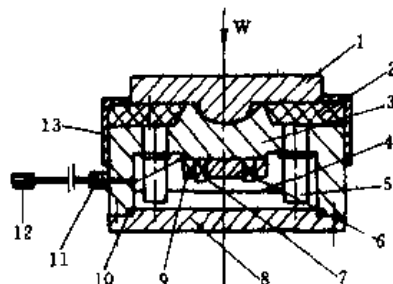


图4 GH-50 钢弦压力盒

1—导向球面盖；2—胶垫；3—工作膜；
4—钢弦；5—钢弦柱；6—激发磁头；7—感应
磁头；8—后盖；9—铝座；10—O型密封圈；
11—电缆接头；12—电缆插头；13—护罩

80年代初，中国学者提出了下述公式

$$W = A(f - f_0) + B(f - f_0)^2$$

式中 A 、 B 为钢弦测力常数； f_0 为现场初频，即使用环境下载荷为零时的频率。

使用计算机编程由率定表数据回归求出 A 、 B ，按上式计算，精度可优于 1%FS，在初频漂移后，测出现场初频，仍可计算出准确结果。该式为计算机处理数据提供了一个好的数学模型。

钢弦测力计的主要优点是防水、坚固耐用、性能稳定、输出为频率信号，是一种适于矿用的遥测载荷传感器。

支护液压压力计 主要有单体液压支柱液压压力计及综采液压支架液压压力计两种。

单体液压支柱液压压力计 安装在支柱三用阀上，测量柱内乳化液压力的仪表。主要产品有增压式压力计，使用时，以手柄增压，液体顶开三用阀里的钢球，使柱内外液体连通，压力表即指示柱内乳化液的压力。

综采液压支架液压压力计 测量支架高压腔乳化液压力，有指针式压力表、弹簧式压力计、以及钢弦式压力计等。钢弦式液压压力传感器由于具有钢弦式传感器的共同优点，已被中国用于综采支架工况计算机监测系统，取得良好效果。

声发射监测仪 监测煤岩体声发射频度、能率等参数的仪器，主要用于评价煤岩体的应力状态，预报发生冲击地压的危险程度。煤岩体在突然崩坏前的高应力状态下，内部微裂隙扩展发出的脉冲声波，频率 $10^2 \sim 10^5 \text{ Hz}$ ，称为声发射，又称地音。监测仪采用压电式或动圈式传感器，将地音转变为电信号，经电子线路



放大、处理、按阈值判别是否为一次声发射以及是否为大事件。单位时间的声发射次数即频度，单位时间内的大事件即为大事件频度，由电压幅度平方累计单位时间内的相对能量即能率。通常以 1min 作为时间单位。便携式监测仪可由人携带进行机动观测，声发射监测系统则可在地面不间断地监测、存贮数据。还有一种监测系统，直接将拾音器输出的电信号经电缆传送到地面，由微机系统进行处理，较前者增加了频谱分析和震源定位等功能。这些地音监测仪是防治冲击地压的重要手段。

矿压检测仪表在 20 世纪随着计算机的普及有了长足的进步，出现了顶板支护、地音等计算机监测系统。同时，简单可靠的机械式顶板动态仪、支柱、支架压力计也得到推广应用，成为这方面的主要设备。

(邓铁六)

kuangyong bianyaqi

矿用变压器 (mining power transformer)

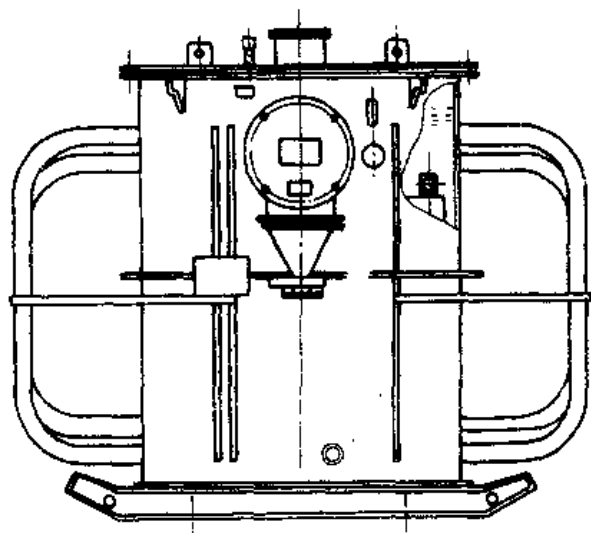
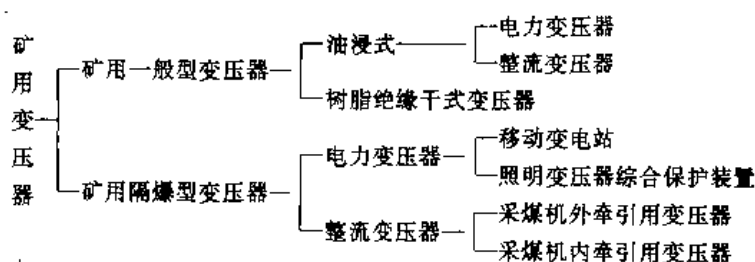


图 1 矿用油浸式电力变压器

中国制造的矿用油浸式电力变压器容量为 50~630kVA，一次额定电压 10kV、6kV；二次额定电压

用于煤矿井下的变电装置。变压器为根据电磁感应定律将交流电转换成同频率不同电压的交流非旋转式电机。主要由两组或更多组互相靠近的绕组构成，并使各绕组的磁场互相交链。矿用变压器将矿井地面 10kV 或 6kV 电压变换成井下 1200V、693V 或 400V，或者把 1140V、660V 电压变换成所需电压向负载供电。矿用变压器的分类见框图。

矿用一般型变压器 具有矿用一般型外壳的变压器。适用于煤矿井下中央变电所、井底车场、总进风道和主要进风道等无瓦斯、煤尘爆炸危险场所，供电力拖动和照明用电。有油浸式和树脂绝缘干式两种形式。

油浸式变压器 由浸在变压器油中的器身和矿用一般型外壳组成，分为电力变压器和整流变压器两种。

(1) 油浸式电力变压器 浸在变压器油中的电力系统中用于输送、分配电能的变压器其功能是将交流电压升高或降低到需要的电压等级。图 1 所示是煤矿井下普遍应用的供电变压器。

693V、400V。外壳防护等级不低于 IP44。为了防止在矿井内碰撞和降低产品高度，本系列产品一律不装储油柜，箱盖上装有吸湿器。油箱内有供油热膨胀的空腔，在油箱两侧分别装有高、低压电缆接线盒，接线后应在电缆出线套内充以电缆胶。低压出线盒内有 6 个套管，用户根据需要可接成 Y 形（693V）或 d 型（400V）。油箱底装有拖撬，也可安装小车，其轨距为 600mm。中国制造的矿用油浸式电力变压器主要参数见下页表。

这种变压器性能稳定，价格便宜，在中国的中、小型煤矿用得很多，但是由于充油，存在燃烧的可能性，且维修不太方便，将逐步淘汰。

(2) 油浸式整流变压器 浸在变压器油中，与整流器组成整流设备以便从交流电源取得直流电能的变压器。小容量整流设备的整流变压器置于整流柜内，大容量整流设备的整流变压器需要单独安装。中国煤矿井下平巷运输用牵引整流所，一般选用成套的硅整流器。硅整流器采用三相桥式整流线路，整流器为用于交

矿用油浸式电力变压器主要参数表

额定容量 (kVA)	额定电压 (kV)		阻抗电压 (%)	联结组 标 号
	高 压	低 压		
50	6~10	0.693/ 0.4	4	Y, Y0 Y, d11
100				
200				
250				
315				
400				
500				
630				

流到直流的变流器。它由专门的整流变压器供电。一次侧电源有三相 380、660、3000、6000V；二次电压有 480V（直流输出额定电压为 600V 时）、223V（直流输出额定电压为 275V 时）、85V（直流输出额定电压为 115V）。容量为 80~500kVA。

树脂绝缘干式变压器 铁心和线圈不浸在绝缘液体中，线圈用树脂浇注，具有难燃、防潮、防尘等优点。高、低压绕组均采用铜导体、薄绝缘。绕制好的绕组在真空状态下经干燥、脱气后浇注，以特定的浇注固化工艺成型。变压器外壳符合 IP21 要求。中国于 1986 年试制了 2 台 315kVA 矿用一般型环氧树脂浇注干式变压器，用于煤矿井下，此种变压器有可能逐步取代油浸式矿用电力变压器。

矿用隔爆型变压器 具有隔爆型外壳的变压器，适用于煤矿井下有爆炸危险的区域，这种变压器多制成干式，结构特点是箱壳的全部接合面均按隔爆要求制作，能承受 0.8MPa 的内部压力。有电力变压器和整流变压器两种形式。

隔爆型电力变压器 用于煤矿井下有瓦斯的场所，分移动变电站和照明变压器两类。

隔爆型整流变压器 具有矿用隔爆型外壳的整流变压器。例如，采煤机电牵引调速装

置的供电电源就采用了这种整流变压器，分采煤机外牵引整流变压器和采煤机内牵引整流变压器两类。

(1) 采煤机外牵引整流变压器 变压器安装在顺槽，将 1140V 变为 400V，向安装在顺槽的隔爆型整流装置供电，从而整流装置通过电缆向采煤机上的牵引电机供电，再来控制采煤机的速度。变压器由隔爆箱壳和变压器器身组成，箱壳两侧为瓦楞型结构以增加散热面，箱壳顶部设有一个独立的隔爆接线盒，一次电压从这里输入，二次电压也从这里输出。箱壳顶部还设有一个一次电压分接线盒，二次侧装有电压表。中国于 1993 年试制成功容量 80、160kVA、一次电压 1140V，二次电压 400V，H 级绝缘矿用隔爆型外牵引整流干式变压器（见图 2）。

(2) 采煤机内牵引整流变压器 直接安装在采煤机机身上的整流变压器，作用与外牵引整流变压器相同。变压器安装在一个独立的隔爆箱体内部。由于内牵引整流变压器安装于采煤机上，随采煤机而经常移动，且采煤机震动大，因此要求变压器体积小、重量轻、冷却性能好，具有抗震性能。为了缩小体积、减轻重量，变压器外壳的顶部、底部和侧壁均设有水道，变压器下铁轨直接贴在外壳水冷底板上，运行时必须通水以冷却变压器。中国于 1993 年制造出容量 80kVA，一次电压

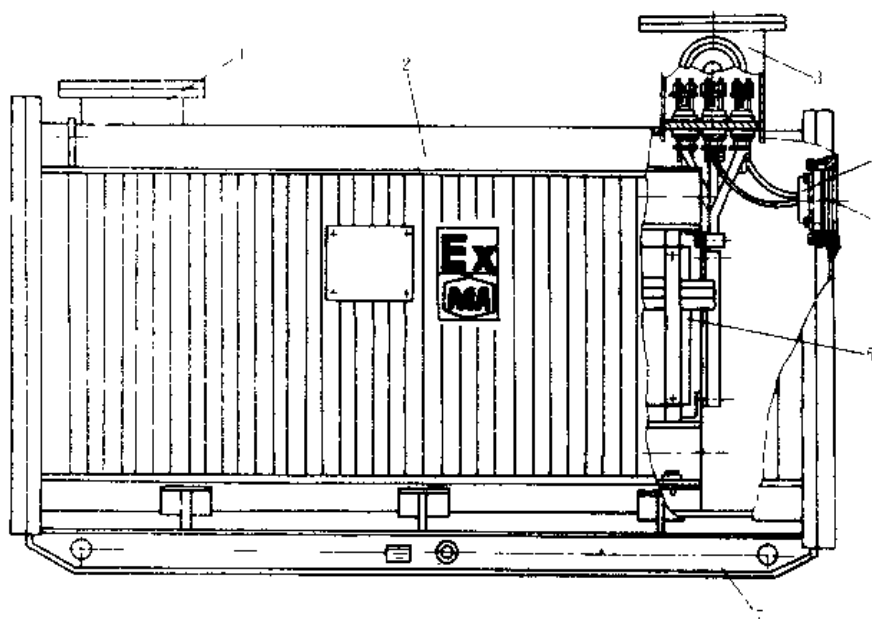


图 2 外牵引矿用隔爆型干式变压器

1—高压分接线盒；2—变压器箱壳；3—高低压接线盒；
4—电压表；5—观察窗；6—变压器器身；7—拖拽

1140V, 二次电压 400V, H 级绝缘, 五柱式铁心, 外壳设有水道的矿用隔爆型内牵引整流变压器。

(彭延龄)

kuangyong bianyaqi shiyan

矿用变压器试验 (mining transformer test)

利用多种测试装置、测试仪器, 按规定的程序和内容对矿用变压器的各项性能指标、主要技术参数进行检测和考核, 以验证其设计、制造和装配质量。矿用变压器试验包括电性能试验和防爆安全性能试验两部分。

电性能试验 试验项目包括: 绝缘电阻测定和绝缘介电强度试验、绕组直流电阻测定、变压比测定、绕组连接组测定、空载试验、负载试验和温升试验。

绝缘电阻测定和绝缘介电强度试验 考核矿用变压器绕组相互间及其对外壳之间的绝缘性能。根据变压器额定电压选择相应的兆欧表测定变压器的绝缘电阻。绝缘介电强度试验的试验设备由调压器、电压发生器及其控制装置组成, 也可以使用专用的耐压试验设备。

绕组直流电阻测定 对准确度要求较高时推荐采用电桥法。只要求一般测定时可采用电压降法, 即在绕组中通入适当的电流, 在电流完全稳定后记录电流、电压读数, 然后换算为直流电阻。

变压比测定 检验变压器各级绕组的匝数、引线装配、分接开关指示位置是否符合要求。变压比应在每一分接位置下测定。测定变压比的方法有电桥法(变压比电桥)、双电压表法和标准互感器法(差接法)。

绕组连接组测定 变压器的一个重要的技术参数, 是两台或多台变压器并联运行的重要条件。测定方法有直接法(相位表法)、双电压表法和直流法。

空载试验 考核变压器的空载损耗和空载电流是否符合要求。试验时在低压侧施加额定电压, 其余绕组均开路, 用两瓦特表法或三瓦特表法测量变压器的空载损耗和空载电流。

负载试验 测量变压器的负载损耗和阻抗电压。试验时将交流电压施加于试件的一个绕组, 将另一绕组短路, 短路用的连接导线必须有足够的截面积, 并且应尽可能短, 接触应良好。调整施加电压使绕组中的电流等于 25%~100% 额定电流(最好不少于 50%), 用两瓦特表法测量此时变压器的负载损耗, 同时测量施加的电压值和绕组中的电流。当试验电流不等于额定电流时, 应根据规定将负载损耗和阻抗电压换算求得对应额定电流的负载损耗和阻抗电压。还应根据有关规定将负载损耗和阻抗电压换算到对应于绕组绝缘等

级的参考温度下的变压器的负载损耗和阻抗电压。

温升试验 考核变压器在额定条件下是否具有规定的输出能力。试验中应测量变压器各绕组、变压器铁芯、变压器油顶层相对于冷却介质的温升。温升试验的额定条件为被试变压器的总损耗应等于参考温度下的负载损耗与空载损耗之和。试验方法有直接负载法、相互负载法和短路法。变压器绕组的平均温升用电阻法测量, 其他部位温度可用温度计、热电偶或电阻型温度计测量。

防爆安全性能试验 (见矿用电器试验)

(刁怀和)

kuangyong diya xiangtao ruandianlan

矿用低压橡套软电缆 (low voltage rubber-sheathed flex cable for mine) 煤矿供电系统中, 供电电压为 1140V 及以下的移动电气设备与电源连接的铜芯橡皮绝缘、橡皮护套的软电缆。

组成 矿用低压橡套软电缆是由导线芯、绝缘层、屏蔽层、护套等组成。

导线芯 用高电导率材料铜制成。铜质截面积决定于电缆所传输的容量, 选用导体规格时应考虑长期允许短路电流等诸多因素, 同时导体结构应满足机械强度和柔软性要求。

绝缘层 电缆绝缘层采用热挤压法, 将橡皮材料整体包覆在导线上成一圆筒形, 达到密封和防潮的要求。绝缘材料的绝缘电阻和耐压强度应满足要求, 在长期和短期允许工作温度下的热变形、热老化性能稳定, 并具有所需的抗拉强度、伸长率。其厚度取决于运行中所受的各种机械力, 同一型号不同规格的电缆绝缘厚度随导体截面的增大分级增厚。绝缘橡皮颜色: 动力线芯颜色为红、白、浅蓝。控制线芯分色或打号, 地线为黑色, 便于井下识别。

屏蔽层 在绝缘层外挤包的半导体橡皮。屏蔽层主要起继电保护作用。屏蔽电缆的地线芯用半导体橡皮挤包, 当电缆绝缘层受到外力损坏而引起漏电时, 首先接引起分相屏蔽层驻线芯(间的导通, 使)漏电继电器迅速动作切断电源, 避免了电缆发生两相短路, 起到超前断电的作用, 保证了供电和人身的安全。电缆屏蔽材料可为半导体橡皮、半导体布带或铜丝编织网(兼作地线芯)。

护套 为了适应各种使用环境的要求, 在成缆线芯的外面所施加的保护层。它的主要作用是保护电缆绝缘层在敷设和运行过程中免遭机械损伤和水、日光、生物、火的破坏, 以保证长期稳定的电气性能。矿用电缆护套为氯丁橡胶或类似材料并具有相应的阻燃性

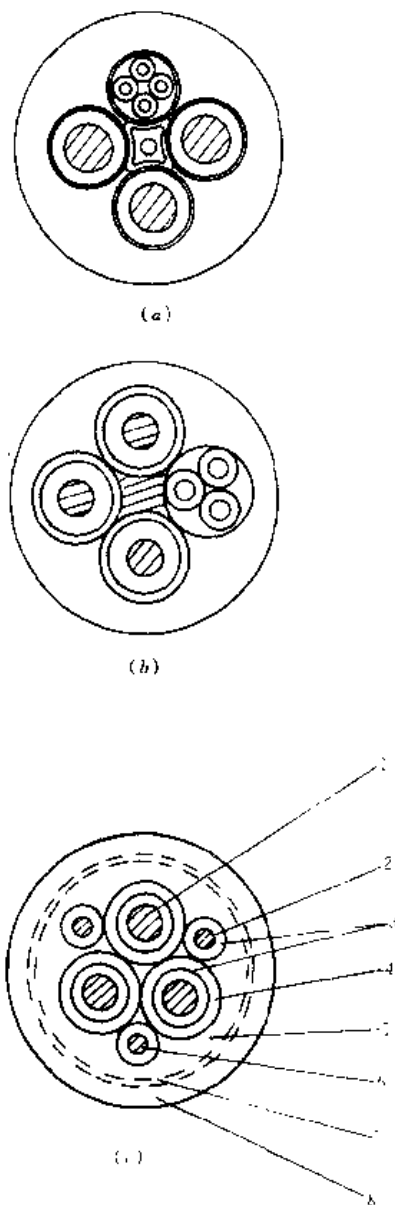


图1 采煤机电缆

- a—非屏蔽型 b—屏蔽型 c—屏蔽监视加强型
1—动力线芯导体；2—控制线芯导体；3—绝缘；
4—半导体屏蔽层；5—内护套；6—监视线芯；
7—加强层（兼作地线芯）；8—外护套

能。护套厚度随包覆前缆芯外径的增大而分级加厚。在机械损伤较严重的使用场合，如采煤机电缆护套可采用双层护套，内护套外绕包或编钢丝铠装层，然后再挤包外护层，编织铠装电缆可承受很大拉力，减少电缆的伸长或变形。

分类 按结构可分为屏蔽型、屏蔽监视型及非屏蔽型。根据电缆的用途可分为采煤机电缆、移动橡套软电缆、电钻电缆、移动轻型橡套软电缆如矿工帽灯电线。

采煤机电缆 用于煤矿井下各种采煤机及类似设

备电源连接的铜芯橡皮绝缘、橡皮护套软电缆。电缆具有控制线芯，控制线芯绞合后可包带或橡皮包覆层，作为第4芯与动力线芯绞合成缆。控制线芯主要操作采煤机、工作面运输机、水泵等设备。电缆主要特点是具有较强的抗拉、弯曲、耐机械冲击、抗挤压性能。非屏蔽型采煤机电缆，绝缘层外不挤包半导体橡皮如图1a所示；屏蔽型采煤机电缆的绝缘层外挤包半导体橡皮或金属编织层（兼作地线）如图1b所示；屏蔽监视加强型电缆具有分相屏蔽层和监视线芯，电缆与馈电开关漏电监视保护装置配合使用，对电缆内外故障进行监视，当电缆受到损坏时，漏电监视保护装置动作切断电源，保证了供电和人身安全。电缆采用钢丝编织或绕包钢丝作为加强层，电缆可承受很大外力，电缆运行中可直接拖曳使用或放在电缆保护链板内使用（图1c）。

矿用移动橡套软电缆 用于煤矿井下1140V及以下各种移动电气设备电源用铜芯橡皮绝缘、橡皮护套软电缆。电缆有非屏蔽型和屏蔽型。屏蔽型电缆绝缘层外挤包半导体橡皮，地线芯挤包半导体橡皮。绝缘线围绕半导体填充成缆后挤包电缆护套，660V电缆护套为黑色，1140V电缆为黄色，便于井下识别电缆的电压等级。电缆具有一定的抗机械冲击、抗挤压性能，其结构剖面如图2所示。

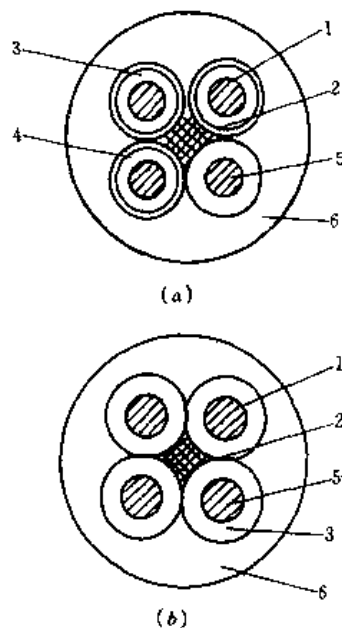


图2 移动橡套软电缆

- a—屏蔽型电缆；b—非屏蔽型电缆
1—动力线芯导体；2—填充（屏蔽型为半导体橡皮）；3—绝缘；4—绝缘屏蔽；5—地线芯导体；6—外护套

矿用电钻电缆 用于煤矿井下电钻与电钻综合保护装置之间的铜芯橡皮绝缘、橡皮护套的电源连接。电钻电缆分为非屏蔽和屏蔽电钻电缆。屏蔽型电钻电缆绝缘线芯外挤包半导电橡皮，地线芯挤包半导电橡皮。电钻电缆特点是柔软，有一定抗拉强度，因此导电线芯单丝直径为 0.2mm，单丝镀锡，电线绞合为束线，成缆节距小。

(张宝金)

kuangyong diandongji

矿用电动机 (mining electric motor) 适用于煤矿井下环境条件和所驱动设备工况要求的各种将电能转变成机械能的电动机。

技术要求

(1) 矿井环境潮湿，相对湿度可达 98%，有淋水，设备润滑与冷却油脂可能侵入电动机内，使绕组积垢与受潮，因此要求电动机有良好的密封。防护等级最低要求：接线腔为 IP54，电动机本体为 IP44，较高要求为 IP55。

(2) 电动机需随采掘设备移动，并在运行中因采掘机械振动而承受振动。在顶板压力作用下，电动机可能遭到煤、岩石冒落，砸、碰的危险。因此，电动机机壳及外露零部件，应能承受规定的冲击力。

(3) 多数矿井具有瓦斯与煤尘爆炸的危险，采掘机械用电动机应为矿用隔爆型。

(4) 采掘机械多为非限定性负载，有较大且不稳定的阻力矩，电动机存在频繁起动、点动、堵转、过载等复杂工况。电动机一般为全压起动，其主要特性参数如右上表所示。矿用电动机的工作制，通常规定为 S_1 (连续工作制)，但往往需要适应频繁起动、过载、空载、小时起动次数、连续点动次数等要求，工作制也可定为 S_2 或 S_4 (包括起动的断续周期工作制) S_3 或 S_4 (连续周期工作制)。对装载机机械用电动机多为短时工作制 S_2 。为使电动机具有较大的过载能力，一般电动机设计时留有较大的温升裕度，绝缘等级采取降级使用，提高电机的可靠性。采掘机械用电动机为解决散热问题，多采用外壳水冷。为有效地保护绕组免于过热，矿用电动机都在绕组端部埋设热保护元件，并设有水压继电器、防轴承过热等多项保护装置。

分类 矿用电动机可按工作原理、安装与所使用的环境进行分类。

按工作原理分：

(1) 三相交流异步电动机，由三相交流电源供电，转子实际转速总是低于旋转磁场转速的电动机。因转子绕组电流是感应产生的，故又称感应电动机。按其结

电动机主要特性参数

额定功率 S_1 (kW)	堵转转矩 额定转矩	堵转电流 额定电流	起动过程中 最小转矩 额定转矩	最大转矩 额定转矩
7.5 11 15 18.5 22 30 40	2.5	6.5	1.8	2.3
55				
75				
90				
110				
132				
160				
220	2.3	6.0	1.8	2.2
250				
315				

构不同又可分为笼式转子异步电动机—转子绕组形似笼子的异步电动机、绕线转子异步电动机—转子和定子一样也设置了三相绕组，并通过滑环、电刷与外部变阻器连接的异步电动机。按功率与电压等级分为大、中型高压异步电动机，功率在 220kW 及以上，电压为 6kV 或 10kV；中小型低压异步电动机，电压为 127V、380V、660V 或 1140V；按变速需要可分为双速、多速 (三速、四速)、滑差电磁调速、变频变压调速以及开关磁阻调速电机等电动机。

(2) 交流同步电动机。将交流电能转变成机械能，转子的转速与旋转磁场的转速相同的电动机。矿用型多为高压电动机，电压为 6kV。

(3) 直流电动机。将直流电能转换成机械能的电动机。矿用直流电动机包括用于提升设备的大型直流电动机，直流牵引电动机或隔爆直流牵引电动机。

(4) 直线电动机。电动机的运转部分作直线运动的电动机。用于煤矿井下的多为直线感应电动机，按结构或布置方式可分为平面型、圆筒型、圆盘型、圆弧型以及滚轮型。

按使用环境分：

(1) 矿用一般型电动机。用于无瓦斯或通风良好的处所。

(2) 矿用防爆电动机。包括矿用隔爆型电动机、矿用增安型电动机。采掘工作面用电动机均为矿用隔爆型电动机。



选用原则 选用矿用电动机通常应遵循以下四项原则:

(1) 满足所驱动设备的工况要求,如负载性质、工作制、转矩、起动、加速、制动、过载能力以及变速调速等。如水泵、空压机、排风机等负载稳定,电动机为 S_1 工作制;大容量空压机多选用同步电动机,工作制虽规定为 S_1 ,但还要满足频繁起动、堵转过载等要求;掘进机用截割电动机要求有较高的最大转矩,并具有 S_1 或 S_4 的工作制;装岩机用电动机多为规定短时的 S_2 工作制。因此,必须根据采掘机械的具体情况,选用适应需要的专用电动机。

(2) 依照技术、经济合理的原则,选择电动机的类型、电压等级、结构型式和冷却方法,以保证所驱动机械可靠运行。例如通风、排水、压缩空气、提升等设备用大、中型高压电动机,采用高压 6kV 或 10kV,以实现供电经济合理化;采掘工作面机械用电动机则需依照设备功率情况与供电电压等级等原则,选用 660V、1140V 或 3.3kV 电压;对于采用外扇风冷却电动机散热有困难时,则宜采用外壳水冷电动机;掘进工作面岩尘较多,对掘进机用辅助电动机一般采用隔爆型无外风扇的机壳冷却方式,以减少岩尘飞扬。

(3) 电动机应有适当的备用功率,矿用一般型电动机负载率一般在 0.8~0.9 之间。但负载波动较大的采掘机械用电动机,则需分析过载、堵转等具体情况,选用专用电动机,以及采用耐温等级较高的 F、H 级绝缘电动机,以提高运行可靠性。

(4) 电动机结构形式、防护和绝缘等级应满足安装与使用环境的要求。根据中国《煤矿安全规程》的规定,在煤(岩)与瓦斯突出的矿井和瓦斯喷出的巷道区域,要选用矿用防爆电动机;在瓦斯矿井的井底车场,总进风道或主要进风道可选用矿用一般型电动机;在采区进风道,总回风巷、主要回风巷道、采区回风巷道、工作面和工作面进风,回风道要选用矿用防爆电动机,通常都是采用隔爆型电动机。

简史 20 世纪 50 年代初中国开始制造 380V 小型矿用隔爆电动机,60、70 年代电压陆续升至 660V、1140V。80 年代采掘工作面机械用电动机品种有了迅速发展,绕组绝缘由 B 级扩展至 F、H 级,单机功率已达 400kW。80 年代 10kV 高压电动机下井使用,并研制了高压增安型电动机。目前,交、直流隔爆型采煤机电牵引电动机、3.3kV 高压隔爆型采煤机电牵引电动机已开始研制开发。

(王文博)

kuangyong diandongji shiyan

矿用电动机试验 (mining electrical motor test)

利用多种测试装置、测量仪器,按规定的程序和内容对矿用电动机的各项性能指标、主要技术参数进行检测和考核,以验证其设计、制造和装配质量。矿用电动机试验包括电性能试验和防爆安全性能试验两部分。

电性能试验 试验项目有:绝缘电阻测定、绕组直流电阻测定、空载试验、堵转试验、超速试验、短时升高电压试验、耐压试验、温升试验、效率测定、功率因数测定、转差率测定、最大转矩和最小转矩测定、偶然过电流和短时过转矩试验、噪声测定、振动测定。

绝缘电阻测定 根据电动机额定电压选用各种规格的兆欧表,测量各种绕组(直流电动机)或各相绕组(三相异步电动机)对机壳及其相互间的绝缘电阻。

绕组直流电阻测定 将电动机在室内放置一段时间,当电动机与周围介质温度处于热平衡状态时,用电桥或其他仪表测量绕组的直流电阻。

空载试验(空载特性测定) 测量电动机在额定电压时的空载电流和空载输入功率,绘制空载特性曲线,求得电动机的铁损耗和机械损耗。对直流牵引电动机的空载试验,是测量对应于某一励磁及相应转速下的铁损耗和机械损耗。

堵转试验 仅对三相异步电动机进行试验。试验时应将转子堵住,测量堵转时的电流、转矩和功率,绘制堵转特性曲线,求得额定电压下的堵转电流和堵转转矩。

超速试验 考核电动机承受短时超速运行的能力。试验后电动机应无永久性异常变形和不产生妨碍电动机正常运行的其它缺陷,并且转子绕组应能满足耐压试验要求。

短时升高电压试验 考核电动机绕组绝缘承受短时升高电压冲击的能力。试验在电动机空载时进行,升高电压的要求和时间按各类电动机标准规定,试验后电动机不应发生故障。

耐压试验 考核电动机绕组的绝缘强度,在电动机绕组之间及绕组与机壳之间施加试验电压,历时一分钟,应无击穿及闪络现象。试验电压值按电动机标准规定。

温升试验 测量电动机在额定运行条件下,各部分温度与冷却介质温度之差。不同绝缘等级的电动机绕组有不同的允许极限温度。电动机各部分温度的测量方法有温度计法、电阻法及埋置检温计法。

效率测定 可采用损耗分析法或直接测定法测定。

(1) 损耗分析法 测量电动机输入功率 P_1 和测取



电动机的总损耗 ΣP 。异步电动机的总损耗包括定子、转子、绕组的基本铜耗、铁耗、机械耗及负载杂散损耗。直流电动机的总损耗除上述损耗外,还有电刷接触损耗。效率 η 按下式计算:

$$\eta = 1 - \Sigma P / P_1$$

(2)直接测定法 用电工仪表测量电动机的输入功率 P_1 ,用制动器、测功机或转矩转速测量仪测定电动机的输出功率 P_2 。效率 η 按下式计算:

$$\eta = P_2 / P_1$$

功率因数测定 用电工仪器测得异步电动机的线电压 u_1 、线电流 I_1 和对应的输入功率 P_1 ,按下式计算功率因数:

$$\cos \varphi = \frac{P_1}{\sqrt{3} u_1 I_1}$$

转差率测定 用转差率测量仪、闪光法或转速测量仪等测量异步电动机的转差率。

最大转矩和最小转矩测定 测量异步电动机运行的机械特性。可用测功机法、校正直流电机法或转矩测量仪法测得电动机的转矩转速特性曲线,从曲线上求得最大转矩和最小转矩。

偶然过电流和短时过转矩试验 考核电动机承受短时过载冲击的能力。

噪声测定 在电动机空载状态下进行测量。测量时应保证直流电动机的转速和电压为额定值,异步电动机的电源频率和电压为额定值。根据被测电动机的外形尺寸确定测点布置和噪声的声功率级计算方法。

振动测定 在电动机空载状态下进行测量。测量时电动机运行条件与噪声测定一样,并按有关规定布置测点。

防爆安全性能试验 包括通用试验项目和专用试验项目两部份。

通用试验项目 包括机械试验、外壳防护性能试验、连接件扭转试验、湿热试验、电缆引入装置夹紧试验、橡胶材料老化试验等(见矿用电器试验)。

专用试验项目 煤矿井下常用的矿用电动机主要有隔爆型电动机和增安型鼠笼转子电动机两类。

(1)隔爆型电动机试验项目有隔爆结构参数检查及隔爆性能试验。

(2)增安型鼠笼转子电动机除在导线连接、电气间隙、爬电距离和绝缘介电强度等方面有特殊要求外,还需测量电动机的 t_E 时间。 t_E 时间定义如下:在最高环境温度下,达到额定运行最终稳定温度后的交流绕组,从开始通过起动电流时起直至上升到极限温度的时

间。测定时,待测电动机在最高环境温度下以额定工况运行,当其达到最终稳定温度时,堵转待测电动机直至达到极限温度为止。用计时器测得自堵转开始至达到极限温度时的这一段时间即为 t_E 时间。它不应小于该增安型电动机所配用的过电流保护装置能够切断电源所需的时间。

(刁怀扣)

kuangyong dianlan

矿用电线 (mining electric cable) 由一根或多根相互绝缘的导电线芯置于密封护套中,其外缠包保护覆盖层的绝缘导线。用于煤矿地面和井下传输、分配电能或传送电信号。它与普通电缆的主要区别是结构较复杂,性能要求较高,以适应煤矿井下环境条件和安全保护的特殊要求。

分类 按用途来分有矿用橡套电缆、铠装电缆、矿用通信电缆、矿用信号电缆、矿工帽灯电线、矿用光缆等。按电压等级分有高压电缆和低压电缆。按敷设场所分有井筒电缆、倾斜电缆、水平巷道电缆和采掘工作面电缆,前三者为固定敷设电缆,后一种为移动电缆,按绝缘材料分有纸绝缘电缆、聚氯乙烯绝缘电缆、橡皮绝缘电缆和交联聚乙烯绝缘电缆等。

性能要求 由于煤矿的工作环境比较复杂,又受到生产条件的限制,采掘机械用电线结构要求机械强度高、耐机械冲击、挤压、弯曲。绝缘和护套必须采用含胶量高、吸水性小、绝缘电阻稳定、有阻燃性能的橡皮;移动频繁又经常弯曲的电钻电缆、采煤机电线、矿工帽灯电线等需用特软的铜芯,导线表面镀锡,电缆绝缘层外挤包分相屏蔽层。井下高压、低压电缆必须带有供保护接地用截面较大的接地线芯,它可以是专供接地用的电缆线芯或电缆的金属护套铠装层。铠装层要求防腐、防锈蚀,严禁采用铝包层。

选用 矿用电线的选用参见下页表 1。

选择确定电缆额定电压时,应考虑系统的运行条件。中国煤矿井下供电系统中性点对地绝缘,发生单相接地故障时,其它两相电压升高 $\sqrt{3}$ 倍,在 1~30kV 供电系统这种故障可以分为 A 类、B 类和 C 类三种:

A 类——单相接地运行时间不超过 1min;

B 类——允许单相短时接地运行,对于挤出型固体绝缘电缆允许运行时间不超过 8h,一年期间总的接地故障运行时间不超过 125h;

C 类——除 A、B 类以外的故障条件。

对于三相系统中使用的电缆,其额定电压 (U_0) 的选择可参照下页表 2 所列数值。

表1 矿用电缆的选择

敷设方式	电压等级及使用条件		选用电缆名称
固定敷设	高压	立井巷筒或倾角 45° 及以上的井巷内	钢丝铠装不滴流铝包纸绝缘电缆、钢丝铠装交联聚乙烯绝缘电缆、钢丝铠装聚氯乙烯绝缘电缆、钢丝铠装铝包纸绝缘电缆
	压	在水平巷道或倾角 45° 以下的井巷内	钢带铠装不滴流铅色纸绝缘电缆、钢带铠装聚氯乙烯绝缘电缆、钢带铠装纸绝缘电缆
	低压		铠装铅包纸绝缘电缆、铠装聚氯乙烯绝缘电缆、矿用橡套软电缆
	照明、通信、信号和控制用		铠装电缆、矿用橡套电缆、矿用塑料电缆
移动敷设	移动变电站		必须采用监视型屏蔽橡套电缆
	移动式 and 手持式电气设备		分相屏蔽矿用橡套软电缆
	1140V 设备及采掘工作面的 660V 及 380V 设备		必须使用分相屏蔽矿用橡套电缆
	照明、通讯、信号和控制用		矿用橡套软电缆
备注	进风斜井、井底车场及其附近、中央变电所至采区变电所之用的电缆，可以采用铝芯，其它地点必须采用铜芯。采区低压电缆严禁采用铝芯		

表2 矿用电缆额定电压的选择

最高系统电压 (kV)	额定电压 (U_0 , kV)	
	A·B类	C类
1.2	0.6	0.6
3.3	1.8	3.6
7.2	3.6	6.0
12.0	6.0	8.7
17.5	8.7	12.0
24.0	12.0	18.0
36.0	18.0	26.0

(李纪)

kuangyong dianlan guanli

矿用电缆管理 (mining electric cable management) 对矿用电缆的选型、敷设、运行、试验、修理及报废全过程进行的管理工作。电缆遍布于井下各硐室、巷道及采区，由于井下电缆运行环境较差，如果管理不善，电缆发生故障着火，可能引起火灾或瓦斯、煤尘爆炸事故。

分类 ①按电压等级分高压电缆与低压电缆；②按用途可分为动力电缆、控制、信号、照明和通信电缆；③按芯线材质可分为铜芯、铝芯电缆；④按绝缘材料可分为铅包纸绝缘、交联聚乙烯绝缘、聚乙烯绝缘电缆；⑤按外护层又可分为钢丝铠装、钢带铠装、不延燃橡套

电缆和矿用塑料电缆等。

主要内容 ①选型：固定敷设的电缆一般都选用铠装电缆；经常移动的电缆选用不延燃橡套电缆；采、掘工作面使用的电缆，采用分相屏蔽不延燃橡套电缆。在选择电缆时，除对使用场地要求为基本条件外，主要是电缆断面的选择。电缆断面是根据电缆所输送的电流或功率与输送距离计算而定。②敷设：井下电缆除特殊规定外都要悬挂。电缆悬挂高度以便于检查又不妨碍通行或矿车落轨时不致碰坏为准。电缆悬挂间距：在 30° 以下巷道不大于 3m，电缆之间距离不小于 50mm；当巷道有压气管或水管时，电缆应设在管路上方并要有 300mm 以上距离；信号和通信电缆如与动力电缆同挂在巷道一侧时，前者应挂在动力电缆上方 100mm 以上。电缆敷设后应设标志牌，注明电压、断面、去向、用途等。③运行：电缆在运行中不允许长时间超温，温度过高会使绝缘老化破坏造成事故。电缆故障主要是短路、接地和断相，原因是碰坏、折伤和断线，在使用过程中应设法避免并做到及时整定保护装置，防止漏电伤人和着火事故发生。④维护：对电缆进行巡回检查，检查电缆悬挂、表面温度、损伤及电缆连接是否符合要求，及时作出处理。⑤试验：对运行的主要电缆应定期作绝缘电阻值、吸收比试验，对油浸纸绝缘电缆作泄漏电流和直流耐压试验。⑥修理：在井下对损坏的高压铠装电缆要重新作电缆接头，对低压橡套电缆可作与热补有同等效能的冷补处理，橡套电缆在地面修理



要采用硫化热补或模压冷补,补后须作水浸耐压试验。

专业管理组 为对电缆实行统一管理的基层组织。其任务是:①电缆的编号,收发与调配;②电缆帐、卡、物及图、牌板(或计算机)管理,掌握井下电缆分布与使用情况;③电缆修理、试验与报废等工作。

(李纪 刘兆文)

kuangyong dianlan shiyan

矿用电线试验 (mining cable test) 按规定的内容和要求对矿用电线的性能指标、技术参数进行测试,以考核产品的性能和制造质量,保证产品的正常使用。试验内容分为机械物理性能试验、电性能试验和阻燃性能试验三类。

机械物理性能试验 包括一般检查、电缆物理机械性能试验、绝缘物理机械性能试验和护套物理机械性能试验等4项。

一般检查 对导体、缆芯、屏蔽层的外观检查,以及测定绝缘、护套的厚度和电缆外径,以保证成品电缆符合有关标准要求。

电缆物理机械性能试验 矿用移动电缆需进行机械冲击试验和挤压试验,其中采煤机电缆还需进行弯曲试验,以考核产品的抗机械冲击性能、抗挤压性能和抗弯曲性能。主要试验设备有专用的冲击试验机、水压(油压)挤压装置以及三导轮弯曲试验机。

绝缘物理机械性能试验 测试项目有空气箱热老化试验、空气弹老化试验、热延伸试验和体积电阻测定4项。空气箱热老化试验和空气弹老化试验测量试验前后的绝缘抗张强度、断裂伸长率及其变化率。热延伸试验测量绝缘的载荷伸长率和绝缘冷却后的永久变形。主要测试设备有空气箱热老化设备、空气弹老化设备、拉力试验机、电阻测试仪等。

护套物理机械性能试验 测试项目有空气箱热老化试验、抗撕强度测量、热延伸试验、浸油试验和表面电阻系数测定5项。空气箱热老化试验和热延伸试验同绝缘物理机械性能试验。测量抗撕强度时,需按规定制作试件,测量试件撕裂时的最大拉力。浸油试验测量护套的抗张强度与断裂伸长率的变化率。主要测试设备有空气箱热老化设备、空气弹老化设备、拉力试验机、电阻测试仪、测厚仪等。

电性能试验 测试项目有导体直流电阻测量、绝缘电阻和屏蔽层过渡电阻测量、工频交流耐压试验。对矿用高压电缆还需进行介质损耗角正切试验、局部放电试验、冲击电压试验、4h电压试验和绝缘吸水性试验等项目。主要测试设备有电桥、兆欧表、电阻测试仪、

工频耐压试验装置、局部放电测量装置和冲击电压试验装置等。

阻燃性能试验 考核矿用电线的阻燃安全性能。试验项目有负载条件下电缆燃烧试验、成束电缆燃烧试验和单根电缆燃烧试验3项。试验时,按规定的火焰强度、燃烧时间和程序对试件进行燃烧,撤去火源后,用计时器测定试件上的残焰和残灼至熄灭的时间,以及测量试件被烧焦的长度。主要测试设备有酒精喷灯、燃烧室、排风扇和计时器等。

(胡伟文)

kuangyong dianqi

矿用电器 (mining electric apparatus) 煤矿中所有用电的器具,主要包括用于对电路进行接通、分断,对电路参数进行变换,以实现电路或用电设备的配电、控制、调节、切换、检测、保护和联络等作用的电工装置、设备和元件。矿用电器必须适应煤矿井下特殊的环境条件与工况条件,除矿用一般型外,必须具有防爆性能。

简史 中国的矿用电器发展起步于1952年,当时主要是仿制部分苏联高、低压矿用电器产品。1964年开始将原产品改进,用于660V供电系统,同时研制了起动机、煤电钻保护器、检漏继电器等4种系列产品。1974年中国组织了1140V供电系统及成套电气设备的统一设计工作,对所有高、低压防爆电器进行配套研制,于1982年全面通过投产鉴定,是中国防爆电器发展史的新起点。与此同时,绞车、带式输送机、空气压缩机等防爆成套电气控制设备相继投产,结束了井下长期采用非防爆电气控制设备的历史。20世纪80年代起,随着技术引进,10kV下井,3.3kV进入工作面,中国防爆电器的科研、制造与应用技术已日趋成熟,尤其在真空电器与电子保护技术等方面,进入了世界较先进的行列。

分类 矿用电器按电压等级可分为高压、低压两大类。按防爆形式,又可分为防爆电器和非防爆的矿用一般型电器。防爆电器指按规定条件设计和制造,并采取各种措施把点火源与周围爆炸性混合物隔离开来,从而防止引起周围爆炸性混合物爆炸的电器。此外,还可按成套性来分类。高压防爆电器主要有AC3kV及以上的隔爆型配电装置、起动机、负荷开关、连接器及增安型接线盒等。低压防爆电器主要有AC1140V及以下的隔爆型馈电开关、起动机、主令电器、插销、接线盒、制动器和继电保护装置等。矿用一般型电器主要有高压开关柜、低压开关柜、电机车直流电源变换器等。成套的防爆电气控制设备主要有绞车、带式输送



机、空气压缩机电气控制设备及晶闸管充电装置等。

应用 根据中国煤矿安全规程的规定,仅在瓦斯矿井的井底车场、总进风巷道或主要进风巷道的机电硐室,无瓦斯的井下中央变电所可采用矿用一般型产品。除此之外,都必须采用防爆电器,而且主要是隔爆型产品,对于增安型的接线盒、插销等也可在采区进风道中使用。

发展趋势 世界各主要采煤国家随着煤炭工业的现代化进程,相继研制了机电一体化的智能型电器、一机多能型电器、标准化组合电器、高压大功率控制电器、本质安全型微机控制系统、防爆型元、器件及新型防爆结构等采用高新技术的矿用电器,较好地适应了煤炭工业高速发展的需要。

参考书目

周建南等,《中国电器工业发展史》,机械工业出版社,1989年。

(万邵珀)

kuangyong dianqi shiyan

矿用电器试验 (mining electrical apparatus test) 利用多种测试装置、测量仪器,按规定的程序和内容对矿用电器的各项性能指标、主要技术参数进行检测和考核,以验证其设计、制造和装配质量。矿用电器试验包括电性能试验和防爆安全性能试验两部分。

电性能试验 试验项目有:一般检查、接触电阻和绝缘介电性能测量、温升试验、接通与分断能力试验、动作特性试验、短时耐受电流能力试验、保护特性试验、寿命试验等。

一般检查 包括外观检查,测量电气间隙和爬电距离,测量触头开距、超行程和压力,测量分、合闸时间和速度,分、合闸的同步检查和安装质量检查等。检查的常用方法是目测和常规测量工具,如游标卡、弹簧秤、同步仪、示波器等。

接触电阻测量 常用的测量仪表为直流毫伏表,直流电流表和数字式微欧计。

绝缘介电性能测量 考核矿用电器在正常使用环境条件和非正常使用环境条件下(如耐潮湿试验)的电气绝缘性能。主要试验项目有绝缘电阻测量、工频耐压和冲击电压试验。

(1)绝缘电阻测量 常用的测量仪器为各种不同电压等级的兆欧表。

(2)工频耐压试验 考核矿用电器在额定电压下的长期介电能力及短时过电压的介电能力。试验设备是由调压器、电压发生器及其控制部分组成的各种专

用耐压试验装置。影响工频耐压试验的主要因素为试验时的温度、湿度、气压与海拔高度。

(3)冲击耐压试验 考核矿用电器承受雷电过电压、操作过电压的能力。试验设备为冲击电压发生器及控制设备。

温升试验 考核电器各部位的温升不超过有关标准规定的允许温升极限值。根据矿用电器发热部件的不同,采用不同的温升试验方法。触头系统、连接件、电流线圈等可采用恒电流温升试验;交直流电压线圈等可采用恒电压温升试验。采用热电偶法测量导电金属部件的温升,采用电阻法测量线圈温升。常用测试设备有单相或三相大电流发生器、调压器及其控制装置、单、双臂电桥和热电偶。

接通与分断能力试验 包括额定接通与分断能力、短路接通与分断能力、极限分断能力和可逆转换能力等项试验。

(1)额定接通与分断能力试验 对矿用低压电器是考核产品在规定的额定工作电压、额定工作电流和使用类别的条件下的接通与分断电路的能力。试验设备有冲击试验电源变压器、保护开关、合闸开关、控制与测量装置、模拟负载阻抗等。对矿用高压电器,是考核产品在短路状态下接通与分断电路的能力,可采用网路试验、冲击发电机电源或合成回路等试验方法。

(2)短路接通与分断能力试验 考核矿用低压电器(如馈电开关、负荷开关)在短路状态下接通与分断电路的能力。

(3)极限分断能力试验 考核矿用低电压器(如起动机、接触器)在电路故障状态下分断部分短路电流的能力。

(4)可逆转换能力试验 矿用可逆电器(如可逆起动机、可逆接触器)为了在可逆转换时不至于发生弧光短路而需要进行可逆转换能力试验。可逆电器在可逆转换时的燃弧时间应小于其固有转换时间。可逆转换能力的试验参数以 AC₁ 负荷进行考核。

动作特性试验 考核矿用电器吸合、保持、释放的可靠性。试验设备为调压器及其控制测量仪表。

短时耐受电流能力试验 又称动热稳定性试验。考核矿用电器耐受短路电流所产生的电动力效应和热效应的能力。矿用高压电器及装置,矿用低压配电电器(如馈电开关)要进行动热稳定性试验。而对于矿用低压控制电器(如起动机、接触器),只进行热稳定性试验。试验设备同额定接通与分断能力试验设备。

保护特性试验 考核矿用电器保护器件的保护功能与特性是否符合有关标准规定的要求。试验项目有:过载保护、漏电保护、短路保护和失压保护等。主要测

试设备为专用的试验台、示波器、计数器、电阻箱及常规电工仪器。

寿命试验 寿命试验分为机械寿命试验和电寿命试验两种。

(1)机械寿命试验 考核矿用电器在正常工作时,在不需要修理或更换机械零件的条件下所能承受的无载操作次数。试验时矿用电器主电路不通电。主要试验设备为程序控制器、计数器等。

(2)电寿命试验 考核矿用电器的电气寿命。与机械寿命试验不同的是主回路通电,按不同的负荷类别选择试验参数。试验设备与额定接通与分断能力试验设备相同。

防爆安全性能试验 包括机械试验、外壳防护性能试验、连接件扭转试验、温度试验、塑料外壳绝缘电阻测定、电缆(导线)引入装置夹紧试验、湿热试验、橡胶材料老化试验以及电气设备在爆炸性气体混合物中的各项试验。

机械试验 包括冲击试验和跌落试验两项。

(1)冲击试验 矿用电器的塑料外壳、轻合金外壳和铸铁外壳或外壳部件、透明件、风扇保护罩及其他保护罩须进行冲击试验(见冲击试验)。

(2)跌落试验 便携式矿用电器须进行跌落试验。试件按规定高度自由跌落至水泥平台上,不应产生影响防爆性能的变形或损坏。

外壳防护性能试验 (见防护等级试验)

连接件扭转试验 按规定的力矩对矿用电器的连接件作扭转试验,连接件与绝缘套管间不得转动或损坏。

温度试验 包括温度测量、热稳定性试验和热剧变试验3项。

(1)温度测量 根据有关规定,确定被试矿用电器的试验电压值。试验应在室内进行,并排除大气对流对试验的影响。试验时,被试矿用电器在额定负荷下运行,当达到热平衡时,测定其表面的最高温度。

(2)热稳定性试验 考核矿用电器的塑料外壳或外壳部件、塑料衬垫及胶封件对温度变化的能力。热稳定性试验通常把试件置于专用和热稳定试验箱中进行,试验后不得影响试件的防爆性能。

(3)热剧变试验 矿用灯具的透明件须进行热剧变试验。试验时,将试件置于最高环境温度中,按有关规定通电点燃,待温升稳定后,用专用喷嘴将规定温度的冷水喷射到试件的透明件表面最高温度处,透明件不得损坏。

塑料外壳绝缘电阻测定 根据规定将矿用电器塑料外壳所用材料制成板状试件,并测定其表面电阻。如

果尺寸允许,也可对塑料外壳本身测定其表面电阻值。

电缆(导线)引入装置夹紧试验 包括夹紧作用试验和机械强度试验两项。

(1)夹紧作用试验 ①试验前应按规定组装矿用电器的电缆(导线)引入装置。对密封圈式引入装置,需将密封圈套在清洁、干燥的抛光钢柱芯棒上,芯棒的直径对应密封圈允许的电缆(导线)最小外径。对金属密封环式引入装置,需将金属密封环套在清洁、干燥的电缆(导线)金属保护套上,护套的外径对应密封环允许的最小外径。对铠装电缆和屏蔽导线引入装置,只需将规定的最小外径的铠装电缆或屏蔽导线穿入引入装置。②组装好的引入装置固定在拉力试验装置上,逐渐拧紧其压盘螺栓或压紧螺母,并施加规定的拉力于芯棒、电缆(导线)金属护套或铠装层上,测定芯棒、电缆(导线)金属护套或铠装层未产生位移时,施加于螺栓或压紧螺母的力矩值。③施加于芯棒、护套或铠装层上的拉力不变,在规定的施加于螺栓或压紧螺母的力矩和维持时间内,芯棒或护套的位移不大于规定值,而铠装层不应有位移。

(2)机械强度试验 经夹紧作用试验合格后的引入装置,从拉力试验装置上取下,用规定的力矩继续拧紧螺栓或压紧螺母,然后拆开检查,引入装置的各零件均不得损坏。

湿热试验 考核矿用电器的耐潮性能(见湿热试验)

橡胶材料老化试验 矿用电器产品中的密封圈、密封衬垫需进行老化试验。试件老化试验前,测定其硬度,然后按规定的老化温度、时间和程序进行老化处理,老化处理后的试件在室温下再次测定硬度,其变化不得超过规定值。

电气设备在爆炸性气体混合物中的各项试验 各种防爆型式的电气设备均有相应的专用试验标准。隔爆型矿用电器,要进行隔爆结构参数检测和防爆性能试验。本质安全型矿用电器需进行安全火花试验,试验时应考虑在正常状态与故障状态下的安全系数。

(胡伟文)

kuangyong dianqi shebei

矿用电气设备 (mining electric equipment)

煤矿所有以电力为能源的器件、装置和设备的总称。按工作电压可分为 AC1200V 及以下、DC1500V 及以下的低压和 AC3kV 及以上的高压电气设备;按工作性能可分为电器、变压器、电缆、电动机、灯具、仪表、通信、信号、监测与保护装置等。

类型 按防爆性能分为防爆电气设备和矿用一般

型电气设备。

防爆电气设备 又称爆炸环境用电气设备。指按规定标准设计制造不会引起周围爆炸性混合物爆炸的电气设备。按防爆型式分隔爆型、增安型、本质安全型、充油型、充砂型、正压型、无火花型、浇封型、密封型、特殊型等。

隔爆型电气设备 指具有隔爆外壳的防爆电气设备。代表符号“d”。

增安型电气设备 指在正常运行条件下不会产生电弧、火花或可能点燃爆炸性混合物的高温,设备结构上采取措施提高安全程度,以避免在正常和认可的过载条件下出现上述现象的电气设备。代表符号“e”。

本质安全型电气设备 简称本安型设备。指全部电路为本质安全电路(在规定的试验条件下,正常工作或在规定的故障状态下产生的电火花和热效应均不能点燃规定的爆炸性混合物的电路)的设备。代表符号“i”。

正压型电气设备 指外壳内充有保护性气体并保持其压力高于周围爆炸性环境的压力,以阻止外部爆炸性混合物进入的防爆电气设备。代表符号“p”。

无火花型电气设备 指在正常运行条件下,不会点燃周围爆炸性混合物,且一般不会发生有点燃作用的故障的防爆电气设备。代表符号“n”。

浇封型电气设备 指将电气设备或其部件浇封在浇封剂中,使它在正常运行和认可的过载或认可的故障下不能点燃周围的爆炸性混合物的防爆电气设备。代表符号“m”。

密封型电气设备 指具有气密外壳的防爆电气设备。代表符号“h”。

充砂型电气设备 指外壳内充填砂粒材料,使之在规定的条件下壳内产生的电弧、传播的火焰、外壳壁或砂粒材料表面的过热均不能点燃周围爆炸性混合物的防爆电气设备。代表符号“q”。

充油型电气设备 指全部或部分部件浸在油内,使设备不能点燃油面以上的或外壳外的爆炸性混合物的防爆电气设备。代表符号“o”。

特殊型电气设备 指异于现有防爆型式,由主管部门制定暂行规定,经国家认可的检验机构检验证明,具有防爆性能的电气设备。该型设备须报国家技术监督局备案。代表符号“s”。

复合型电气设备 具有两种及以上防爆型式的电气设备,如隔爆兼本质安全型,代表符号“di”。

矿用一般型电气设备 指仅用于煤矿井下无瓦斯、煤尘爆炸危险场所,具有一定安全要求的电气设备。代表符号“ky”。

简史 中国矿用电气设备的发展,起步于1952年。从1955年至1991年先后5次制、修订防爆电气设备制造、检验标准,这是产品开发的基础。60年代随着采掘机械化程度的提高,井下供电电压从380V升压至660V。同时,井下矿用电气设备从仿制进入自行设计的阶段。1974年至1982年中国组织了井下1140V供电系统的研究及成套电气设备的研制。特别是70年代中期开始对矿用真空电器的研制,基本满足了综合机械化采掘设备供电配套的要求。1986年至1990年又进行了10kV直接下井供电的研究,并在安全技术和电气设备方面进一步获得发展。90年代开始进行高产高效工作面3.3kV供电系统的研究。与此同时制订了一批产品的国家标准,煤炭行业专业标准和企业标准,初步建立了中国矿用电气设备的标准体系。经过这些重大举措,各类产品均形成了较完善的系列型谱,但总的技术发展尚受有关元、器件、相关材料及制造工艺水平的限制,处于20世纪80年代初的国际水平。

国际上井下矿用电气设备的发展日新月异,高新技术以较快的速度从地面设备中移植到井下,真空电器、电力电子器件、微机技术、交流变频调速、机电一体化技术、可靠性技术均得到有效的应用,为开发现代化矿井必需的电气设备提供了必要的条件。

参考书目

周建南等,《中国电器工业发展史》,机械工业出版社,1989年。

(万邵珀)

kuangyong ganying tongxin

矿用感应通信 (mine induction communication) 借助于感应体(沿井筒或巷道敷设的导线、金属管道或其他导体)对电磁波传播的导行作用来实现的通信。它主要用于井下流动人员、机车运输、罐笼和斜井人车运输等生产环节的移动通信和安全报警。其工作频率较低,传输损耗小,可利用最简单的导体如导线、水管、钢轨等来进行信息传输,中间不需要串接放大器便可达到较大的传输距离。因而,通信组成简单、价格较低,是煤矿井下比较受欢迎的一种移动通信方式。

工作原理 如下页图1所示,这种通信方式主要是借助感应导体来传输载频信号,当固定台发出载频信号后,在导体和巷道壁之间便感应出交变电磁场,处于该场中的移动台通过天线可接收到载频信号。反之,移动台1如果经天线发出一个交变信号,也可通过电磁感应耦合到感应导体上,并通过感应导体传输到固

定台和移动台 2, 于是在感应线经过的巷道内便可实现移动台与固定台以及移动台与移动台之间的通信。

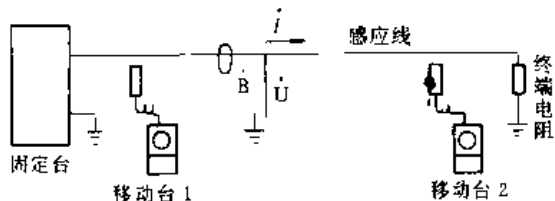


图1 感应通信原理图

系统组成 感应通信系统一般由传输信道及通信设备两部分组成。

传输信道 感应传输有两种传输模式：一是单线传输模式，借助于沿巷道敷设的一根导线和巷道壁对电磁波导行的传播模式。其传输衰耗取决于：①传输频率的高低。频率越高衰耗越大，但频率越低感应线与收发机天线之间的耦合效果越差。②导线与巷壁的距离。距离愈远衰耗愈小，一般离开巷壁 15~20cm 即可。二是双线传输模式，借助沿巷道敷设的二根平行导线对电磁波导行传输模式，由于双线间距相对于导线与巷壁间的距离可忽略不计，故对巷道壁只有微弱的感应电流，因此双线模式和单线模式相比其传输衰耗很小。上述二种传输模式在传输中，沿导线径向纵断面既建立起无线电信号通信的漏泄场，又保持了无线电信号沿导线径向低衰耗传输的性能。

通信设备 由固定台、移动台、汇接台、感应线、耦合变换器及终端电阻器组成。对于规模较小的矿井，可只设一个固定台。如图2所示，固定台安放在地面，产品为地面一般型兼本质安全型。为了延长通话距离，减少干扰信号进入感应线，在不需通话的地段采用同轴电缆传输。根据实际需要，还可以用耦合变换器将感应线分成若干并联分支，调整变换器及终端电阻器可均衡分配各分支的信号能量，这样的系统通信距离为 5km 左右。对于较大型矿井，可以利用汇接台组成具有多个固定台的感应通信系统，如图3所示。汇接台为地面一般型兼本质安全型产品，其音频输出为本质安全型，通过音频线缆的连接可与井下多台隔爆兼本质安全的固定台汇接，汇接台及每个固定台通过感应线可与井下移动台通话。通过各井下固定台及井上汇接台，可以实现移动台的横向汇接，使井下任意区域的移动台，都可通过井上汇接台的转接互相通话。该系统能组成服务半径约 15km 的通信网，固定台与汇接台的通信距离可达 10km，固定台与移动台或移动台与移动

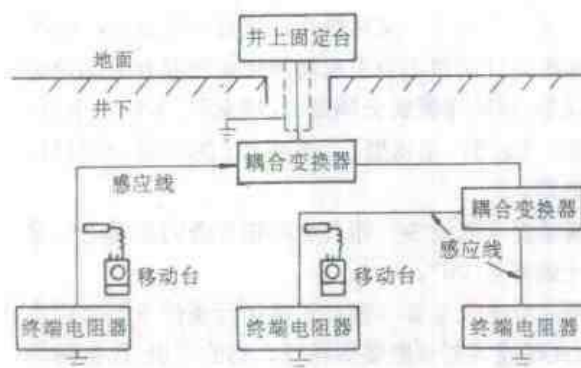


图2 感应通信基本组成

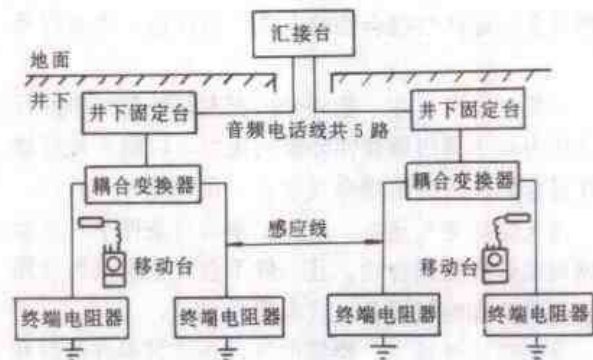


图3 多固定台的感应系统组成

台之间的最长通信距离约 5km。

(付 毅)

kuangyong gaoqiangdu yuanhuanlian shiyan
矿用高强度圆环链试验 (testing of high-tensile round link chain for mine) 应用材料试验机和测试仪器、仪表，按规定的办法和内容，对矿用高强度圆环链的性能指标、技术参数进行检测和考核，以验证其设计、加工和热处理质量。

试验内容 包括拉伸试验、脉动疲劳试验、弯曲挠度试验、缺口冲击试验和应力测试共 5 项。

拉伸试验 测定圆环链的强度指标和塑性指标，包括破断负荷、试验负荷下最大伸长率和破断时最小总伸长率 3 项技术指标。拉伸试验通常在材料试验机上进行，并配有自动记录仪。试验时，将试件放入试验机的固定夹具上。试验机以规定的速率均匀加载，加至规定试验负荷值的 1/2，然后将载荷降至规定的初始负荷值。记录试件的测量长度 L_0 之后，再以相同的速

率加载,当达到规定试验负荷时,再记录试件的测量长度 L_1 。圆环链试验负荷下最大伸长率 δ_1 由下式计算求得:

$$\delta_1 = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\%$$

测定试验负荷下最大伸长率之后,试验机仍以相同的速率继续加载,直至试件断裂。记录圆环链试验的破断负荷值和总伸长量 ΔL 。圆环链试件在破断负荷时最小总伸长率 δ_2 由下式得出:

$$\delta_2 = \frac{\Delta L}{L} \times 100\%$$

式中 L 为试样公称节距长度。

脉动疲劳试验 测定圆环链在拉——拉脉动负荷作用下的持久极限即抗疲劳特性,它是圆环链的疲劳强度指标。材料试验机按规定的脉动疲劳上、下限的负荷值及脉动频率对试件进行加载,直到圆环链因疲劳而断裂。记录此时的脉动循环次数,该数值即为圆环链的疲劳强度指标。圆环链疲劳试验的数值比较离散,需做一定量的试验,并采用统计分析方法可比较准确地判定圆环链的抗疲劳特性。

弯曲挠度试验 测定圆环链链环的抗弯强度,它可检验链环的焊缝质量和表面缺陷。试验时,链环架空平放在工作台上,试验机以一定的速率在链环中部加载,当受试链环达到规定的挠度值时,其焊缝和表面质量不得出现任何裂纹等缺陷。

缺口冲击试验 又称为冲击韧性试验。测定圆环链抗冲击负荷的能力。一般为弯曲冲击试验,试验设备多采用摆锤式冲击试验机。冲击试件所消耗的功为冲击功。

应力测试 圆环链中的应力分布包括加工中所产生的内应力和由于外部载荷作用所产生的工作应力。圆环链的表面应力及分布状态,一般采用电测法和光弹法测定。

圆环链试验除了上述项目外,还有圆环链程序分级加载试验、随机载荷模拟加载试验、与链轮的啮合磨损试验、圆环链的断裂韧性及裂纹扩展速率的测定正在研究发展之中。

(罗庆吉)

kuangyong gaoya xiangtao ruandianlan

矿用高压橡胶套软电缆 (hight voltage rubber-sheathed flex cable for mine) 煤矿供电系统中,供电电压在 3kV 及以上的移动电气设备与电源连接的铜芯橡皮绝缘、橡皮护套软电缆。其护套具有不延燃性。根据电缆的用途及结构分为屏蔽橡胶套软电缆和

屏蔽监视型橡胶套软电缆。

屏蔽橡胶套软电缆 用于供电电压为 3kV 及以上的移动式地面矿山机械电源连接。导体单丝镀锡,导线芯包覆导体屏蔽,其目的是均匀电场、消除气隙、防止游离,提高电缆的电寿命。绝缘用乙丙橡胶,具有优异热性能、电气性能、耐臭氧性能,有足够的机械性能和化学稳定性。绝缘层外包覆半导电橡皮或编织金属铜丝作为分相屏蔽层,金属屏蔽层兼作地线芯、非金属屏蔽的电缆,地线芯包覆半导电橡皮,电缆填芯是半导电橡皮,三根动力线芯和地线芯围绕半导电橡皮填芯成缆,然后挤包黑色护套橡皮。护套采用氯丁橡胶或氯磺化聚乙烯为基料的护套胶料,其机械强度高,对于光、热和氧气具有耐久性,尤其是抗气候性、耐燃性、耐油性十分优良,在矿用电缆中作为护套被广泛应用。屏蔽橡胶套软电缆剖面如图 1 所示。

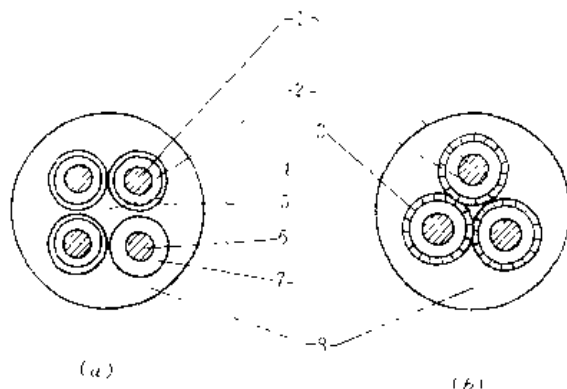


图 1 屏蔽橡胶套软电缆

- a—半导电橡皮屏蔽; b—金属屏蔽
1—动力线芯导体及屏蔽; 2—绝缘;
3—金属屏蔽 (兼作地线芯); 4—半导电橡皮填充; 5—半导电橡皮屏蔽; 6—地线芯导体; 7—半导电包层; 8—护套

屏蔽监视型橡胶套软电缆 除分相屏蔽外,再外绕一层总屏蔽层构成双屏蔽结构,两屏蔽层之间接入绝缘监视保护装置,进一步提高使用安全性(见高压漏电保护装置)。6kV 监视型电缆用于高档普采和综合机械化采煤工作面,高压开关装置和移动变压器之间的电源连接。10kV 监视型电缆用于大型矿井直接下井供电,把 10kV 电能从地面通过井筒电缆、巷道电缆、屏蔽监视型橡胶套软电缆一直送到工作面附近的移动电站。这样保证了供电质量,节省了中间配电装置和基本建设投资费用。每段电缆之间用隔爆型电缆连接器或接线盒连接。屏蔽监视型电缆与屏蔽电缆相比,它们所

用的导体、绝缘、护套材料完全相同,不同之处是屏蔽监视型电缆成缆后挤包内护层,内护层外包覆半导体材料,并将三根监视线芯分设在互为 120° 的同心圆周上,再包覆一层半导体材料之后,再挤包外护层(图2)。

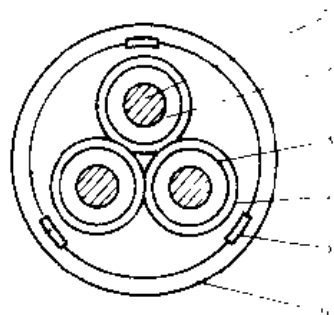


图2 屏蔽监视型橡套软电缆
1—动力线芯及导体屏蔽; 2—绝缘; 3—绝缘屏蔽
(兼作地线); 4—内护套; 5—监视线芯及半导
电带包覆层; 6—内护套

中国的屏蔽监视型橡套软电缆外护套为红色。屏蔽监视型电缆动力线芯绝缘层外用镀锡铜线与尼龙交叉编织作为分相屏蔽层,使用时分相屏蔽层铜丝编织兼作地线芯。地线芯与高压开关中高压漏电保护装置相连。三根监视线芯编织起来与高压监视保护相连,当电缆绝缘受到破坏,在动力线芯发生相间短路之前,对地漏电保护装置动作,切断电源。当监视线芯与地线芯之间发生短路或地线芯监视线芯断路时,监视保护装置动作,切断电源,对电缆的内外故障进行保护,防止因电缆损坏而引起的瓦斯、煤尘爆炸事故的发生,保证了供电和人身的安全。

(张宝全)

kuangyong guangxian gongye dianshi xitong
矿用光纤工业电视系统 (mine optical fibre industrial television system) 利用光导纤维作为传输介质,对煤矿的生产和安全状况进行工业电视监视的系统(见下页框图)。

组成 矿用光纤工业电视系统由本安摄像机与监视器、传输线路、光端机以及控制器等部分组成。

矿用本质安全型摄像机和监视器是组成本系统的基本设备。矿用摄像机采用电荷耦合器件 CCD

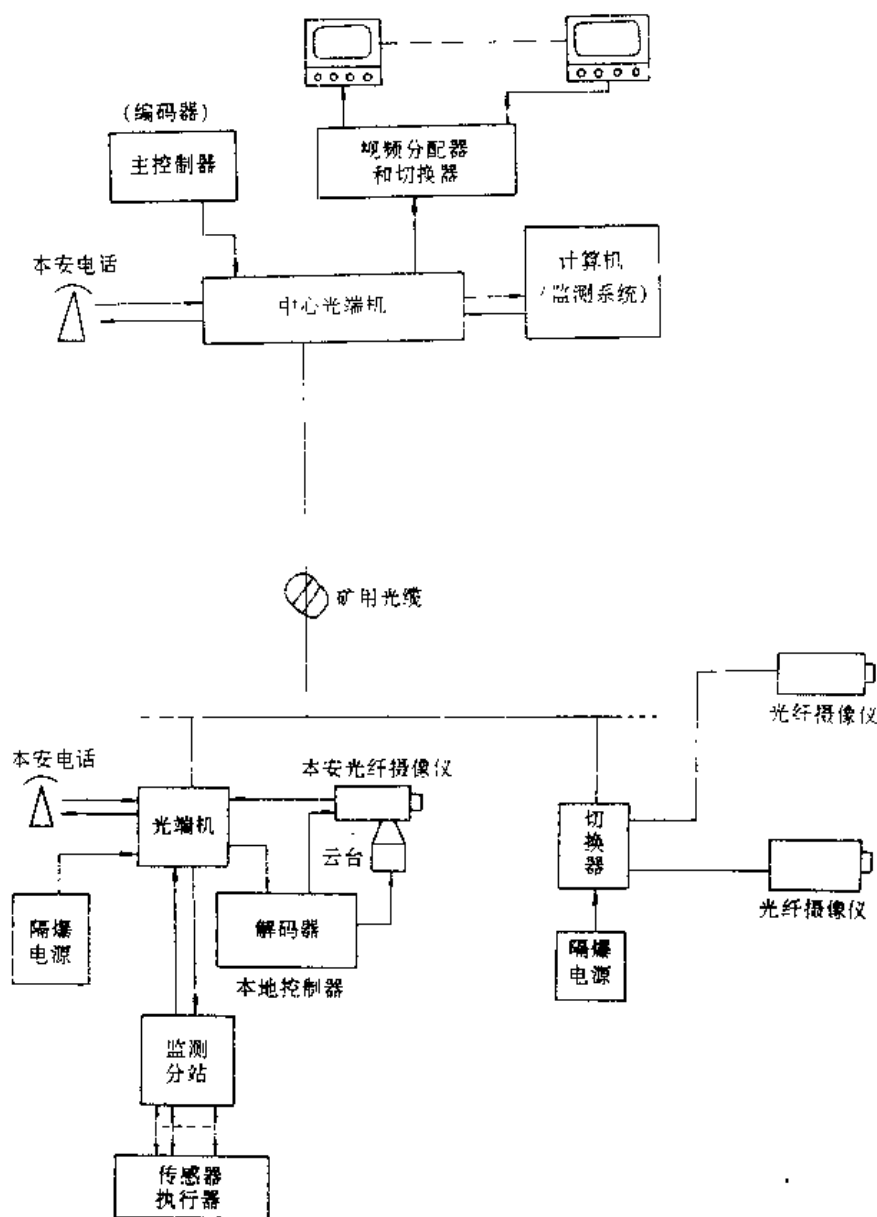
(charge couple device) 作为将景物的光信号转变为电信号的摄像器件。此外,它具有高的感光灵敏度以满足井下低照度的环境使用,并具有良好的清晰度和防护特性。感光灵敏度可以使用的最低照度(Lx),通常在 $5Lx$ 以下。清晰度常用电视线数(TVL)表示,通常在300TVL以上。当调度员在地面观察图像时,可采用常规的黑白或彩色监视器。摄像机内部常配有可变焦镜头。摄像机外部可配备隔爆兼本安的矿用电动云台,以使摄像机进行仰俯和回转等动作。

传输线路 采用矿用光缆,它不仅可传输图像,还可有效地进行地面设备与井下本安设备间的电气隔离。

光端机 为信号光电转换设备(见矿用光纤通信)。目前有一种将光端机与摄像机合为一体的结构,称为矿用本安型光纤摄像机,可以降低造价,方便使用。

控制器 有摄像控制、切换控制和分配控制3个部分。摄像控制是指在调试室对各摄像机电源、镜头动作及云台动作所进行的控制,以期获得观察者满意的图像。这种控制是由主控制器(编码器)和本地控制器(解码器)及传输线路完成的。一台主控制器可同时控制数台本地控制器,方法是由主控制器编码发出带有地址和动作信息的串行码,然后由本地控制器解码识别出动作要求,进而完成有关动作。切换控制的目的在于同一个观察者在同一台监视器上可分时观看数台摄像机的图像。切换动作可以由装置在调度室的切换器完成,也可以由安装在有几台摄像机相对集中的现场的遥控切换器来完成。分配控制器的目的在于将一台摄像机的图像分配给不同处室的观察者看,或进行录像等。在图像分配之前,往往还要送加上时间、地点说明的字符和数码。图像的分配通常由分配器、字符送加器等设备完成。将图像的视频信号调制射频信号进入闭路电视系统,也是一种实现分配的好办法。左图是一个带有控制功能的系统示例。

简史 在煤矿中使用工业电视监视,中国和其他许多国家在20世纪70年代均有过试验。但当时只能使用光电管作为摄像部件,有高压,致使摄像机制成隔爆型体积大、笨重、性能差、寿命短,传输线路也只能采用电缆,抗干扰性能和安全性能不良,故未能推广。80年代中期以后,由于CCD器件和光纤传输技术的出现,解决了上述问题,并进一步完善了各种控制功能,才使该系逐渐推广开来。今后,将摄像机安装在采煤设备上并配合隔爆型监视器,以使操作人员可凭借光纤工业电视系统操作某些设备,是未来的重要发展



矿用光纤工业电视系统框图

方向之一。

(吴重庆)

kuangyong guangxian tongxin

矿用光纤通信 (mine optical fibre communication) 煤矿环境中通过光导纤维传输信息的通信。矿用光纤通信传输的信息,包括工业电视图像、语音及数据等。矿用光纤通信传输的是光信号其优点是:无电火花、具有本质安全性、无电磁干扰、无雷电感应、有良好的电气绝缘性、具有大的传输容量等。此外,光

缆的重量轻、柔性好、制造长度大、利于敷设与施工,还可以节省大量铜。

组成 它由电端机、光端机、矿用光缆和矿用光缆连接器等部分组成(下页图1)。有时,电端机与光端机制成一个装置,统称光端机。

在光纤中传输的光信号的波长,有长波长和短波长两种,称 $0.85\mu\text{m}$ 左右的波长为短波长,把 $1.3\mu\text{m}$ 左右和 $1.55\mu\text{m}$ 左右的波长称为长波长。

电端机 实现模拟信号与数字信号的双向转换及多路信号时分复用的装置。

光端机 实现电信号与光信号的互相转换,以便能够在光纤中传输信息的发送或接收的装置。

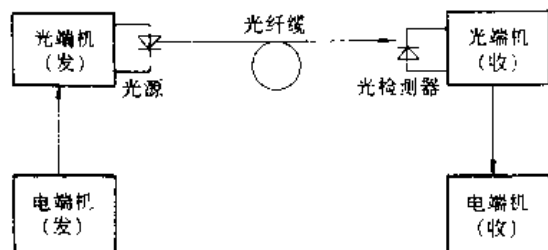


图1 矿用光纤通信系统组成

矿用光缆 用一根或多根光纤或光纤束制成,其光学特性、机械特性和环境特性满足煤矿使用要求。在煤矿井下的光缆应是不延燃或阻燃的。在矿用光缆中,通常还配有一对或两对铜芯线,以作传输其它信号之用。矿用光缆的结构型式有许多种,常见的有绞合型与

骨架型。绞合型光缆是将光纤扭绞在中心加强芯上,而骨架型光缆是将光纤嵌于光缆的中心骨架上,它们的结构如图2所示。

矿用光缆连接器 一种可在煤矿环境中使用的,对光纤及铜芯线进行连接的装置。它通常由防护外壳和光纤连接器组成。光纤连接器是实现光纤连接的器件。由于煤矿井下不允许有放电火花,所以地面上利用电弧放电熔接光纤的方法不适用于井下。在井下连接光纤常采用活动连接器连接或机械对接两种方法。中国煤矿井下使用双棒法光纤连接器。

分类 矿用光纤通信根据通信制式可分为模拟光纤通信和数字光纤通信两大类。电视图像的传输,常采用模拟光纤通信,而数据和话音常采用数字光纤通信。

模拟光纤通信 可分为直接或经预调制后对发光器件进行调制两种。直接调制的电路简单,但对发光器件的线性要求较高,只适用于传输距离较近的场所。预调制的方式有许多种,常用的有脉冲频率调制方式PFM (pulse frequency modulation),即待传输的基带信号对脉冲序列的频率进行调制。这种方式有效地克服了发光器件非线性影响,适用于传输距离较远的场合。

数字光纤通信 首先对传输的基带信号进行数字编码成PCM信号 (pulse code modulation),然后对发光器件进行调制。为了满足光信号传输的要求,还需再次进行线路编码。常用的线路码型有1B2B, 5B6B, CMI等许多种标准码型。

简史与发展趋势 20世纪80年代初,世界各采煤技术先进国家,如日本、德国、法国、英国等都先后进行了一系列在矿井中应用光纤通信的试验。如1982年在太平洋煤矿钼路矿进行了井下工业电视与监测数据传输的试验,距离为4.8km。联邦德国在Haus Aden矿进行了近10km的数据传输试验。英国曾在海伦矿进行了用光纤传输采煤机遥控信号的试验等等。这些试验,包括了工业电视、数据传输和话音传输等各个方面。

中国于80年代初开始进行光纤通信在煤矿中应用研究工作,1988年鉴定了中国第一条矿用光缆和光端机,并解决了光缆在井下现场接续等一系列技术问题。经过几年的努力,已经形成了能够传输工业电视、话音和数据的许多矿用光纤通信产品。这些产品正逐步在中国煤矿推广使用。

随着采矿设备自动化水平的提高,需要传输的信息日益增加。利用光纤不受电磁干扰的优良特性,可将光纤置于采煤设备的电力电缆之中,使采煤设备的大量信息传输成为可能。

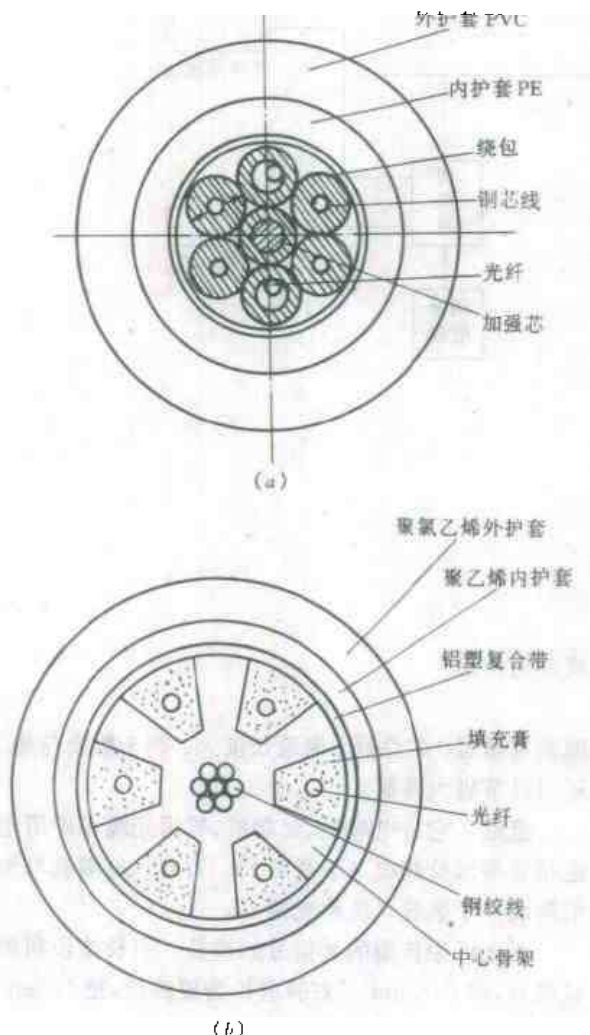


图2 矿用光缆结构
a—绞合型; b—骨架型

参考书目

赵梓森等,《光纤通信工程》,人民邮电出版社,1987年2月。

李泽民等,《光纤通信(原理和技术)》,科学技术文献出版社,1992年6月。

(吴重庆)

kuangyong jiaoche

矿用绞车 (mine winch) 用缠绕在卷筒上的钢丝绳牵引载荷移动的机械设备。主要用于矿山井下或地面牵引车辆,撒移采煤工作面的支柱及其它辅助运输工作(参见彩照插页第10页)。

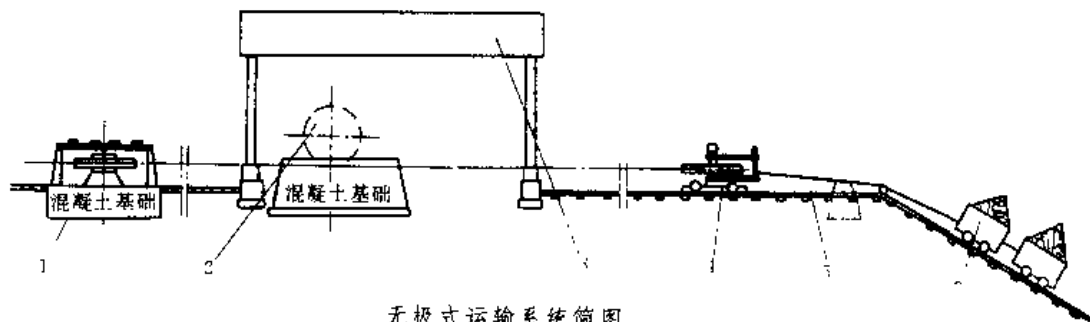
分类 按动力分为电动、风动和液压3种。按钢丝绳与卷筒间的传力方式分有缠绕式和摩擦轮式两种;按用途分有调度绞车、回柱绞车、无极绳绞车和运输绞车4种。

调度绞车 用于调度矿车以及做其他辅助运输工作的单钢丝绳牵引,多层缠绕式的绞车。电气设备为防爆型,适用于有煤尘和瓦斯的场合。主要用于煤矿装载站或倾斜巷道牵引矿车,也可用作其它辅助运输。该种绞车工作速度可调,有临时支撑和基础安装两种安装方式,具有体积小、重量轻、操作方便等特点。主要由电动机、传动装置、制动器、底座等组成。传动装置采用了差动轮系,或定轴轮系和差动轮系结构,组装于卷筒内腔或内腔和端部。制动器采用手动带式(仅用于小规格机型)或手动闸瓦式,对大规格的机型,还装有液压推杆安全制动器。在工作过程中,改变制动器对差动构件的作用力,可使其工作速度发生变化。调度绞车常用的技术参数为卷筒直径225~600mm;钢丝绳最大静拉力差9.8~39.2kN;钢丝绳直径12.5~21.5mm;钢丝绳速度0.73~1.31m/s;卷筒容绳量400~760m;

电动机功率11~55kW。

回柱绞车 用于煤矿井下回柱作业的单钢丝绳牵引,多层缠绕式的绞车。电气设备为防爆型,适用于有煤尘和瓦斯的场合。该种绞车具有牵引力大,钢丝绳速度低,可用本身动力自行牵引或挪移等特点。主要用于采煤工作面撤移支护设备,也可用于倾斜巷道提升、下放大型设备。用于撤移支护设备时,一般安装在采煤工作面或回风巷中,工作条件较差,额定负载是瞬时性的,并随着工作面的推进而挪移,是一种工作位置多变的、非固定式安装的设备;用于提升、下放大型设备时,为固定安装型式,工作时必须使用制动器,以保障安全。为适应采区的特定条件,绞车的外形布局宽度较窄,高度较低,长度略长,呈长方形结构;底座上留有临时支撑位置;固定式安装的地脚螺栓孔和自行牵引挪移的技术措施。绞车有单速和双速两种机型。单速机型由电动机、联轴器、蜗轮副减速器、卷筒装置、手动带式制动器(小规格机型不用)、底座等组成;双速机型由电动机、联轴器、正交型手动变速减速器、卷筒装置、液压推杆制动器、底座等组成,具有两种钢丝绳速度、两种牵引力、两种钢丝绳直径、两个容绳量,而且在额定功率的范围内,其基本参数可根据需要选配组合。回柱绞车常用的技术参数为卷筒直径276~510mm,钢丝绳最大静拉力49~280kN;钢丝绳直径15.5~30mm;钢丝绳速度0.102~0.367m/s;卷筒容绳量80~310m;电动机功率7.5~45kW。

无极绳绞车 用于牵引近水平运输线矿车的单钢丝绳无极式摩擦传动的绞车。它和尾轮、轨道、张力平衡车、配重装置等构成无极式运输系统,用于井下或地面水平的或起伏坡度不大的运输线牵引矿车(见图)。该种绞车有防爆和非防爆两种机型。由电动机、联轴器(液力偶合器)、减速器、主轴装置、制动器、底



1—尾轮; 2—无极绳绞车; 3—绞车房; 4—张力平衡车; 5—轨道; 6—配重装置

座等组成。主轴装置上的摩擦轮有圆锥型、抛物线型和夹钳式3种型式。前两种型式钢丝绳作螺旋式缠绕,大

端的为紧边,挂重车,小端的为松边,挂空车,缠绕的圈数越多,产生的摩擦力越大;后一种型式钢丝绳在夹

钳内缠绕一定的围包角,它对夹钳的作用力越大,夹紧力越大;缠绕后的钢丝绳经过尾轮和张紧平衡车,两极再相接,形成了无极绳环。张紧平衡车自由地放在轨道上,一端与无极绳环相联,一端由配重装置将其拉紧。当绞车不运转时,无极绳环产生初始张力,工作时则形成紧边和松边,并通过联结机构带着重车和空车反向移动。通过配重装置的升、降,拉着张紧平衡车在轨道上滑动,保持恒定的张力差,从而实现无极式运输系统。无极绳绞车常用的技术参数为卷筒直径 500~2100mm;钢丝绳最大静拉力 12~120kN;钢丝绳直径 13~34mm;钢丝绳速度 1~1.2m/s;电动机功率 15~130kW。

运输绞车 用于倾斜巷道牵引矿车或小型矿井的井口提升的单钢丝绳牵引,多层缠绕式的绞车。电气设备为防爆型,适用于有煤尘和瓦斯的场合。该种绞车采用了调度绞车的传动结构、调速原理和提升绞车的指示系统,具有结构紧凑、体积小、重量轻、搬运方便等特点。运输绞车常用的技术参数为钢丝绳最大静拉力 20~40kN;钢丝绳直径 18.5~21.5mm;钢丝绳速度 1.2~1.8m/s;卷筒容绳量 650~950m;电动机功率 45~75kW。

(焦鹤林)

kuangyong louxie tongxin

矿用漏泄通信 (mine leaky feeder communication) 借助漏泄馈线导行电磁波的原理实现矿井移动通信的无线通信。漏泄馈线兼有射频信号传输线和天线的作用,可有效地改善煤矿井下无线电波不能远距离传播的缺陷,特别适用于煤矿井下、隧道等地下有限空间的场合,借以实现固定点(设有基地台)和非固定点(备有移动台)之间的移动通信。

基本系统组成和工作原理 基本的漏泄通信系统由沿巷道敷设的漏泄馈线、与馈线直接连接的基地台、与馈线实现无线耦合的若干个移动台等组成(图1)。

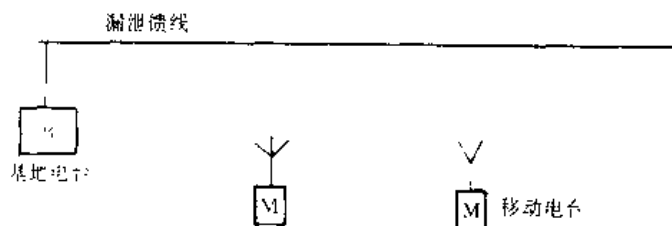


图1 基本漏泄通信系统

基地台与移动台通信时,基地台的发射机向漏泄馈线馈送射频信号,通过馈线的传输,与移动台天线偶

合,进入移动台接收机;或反之由移动台发射机发射,耦合到漏泄馈线,再传输到基地台的接收机。

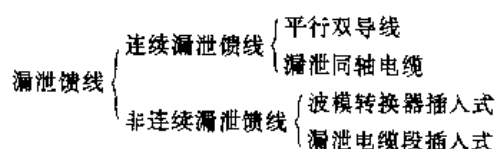
移动台相互之间一般不能直接通信而需借助基地台转发。这是因为移动台间直接通信要求射频信号的传输通过两次耦合,其耦合总损耗相当大,超过了移动台发射功率和接收灵敏度所允许的正常范围。

系统的无线电收发信机可按不同要求设计工作于同频单工、异频单工、或异频双工等工作方式。中国应用较多的是基地台异频双工,移动台异频单工,工作频率范围为甚高频段。

受漏泄馈线传输衰耗的限制,基本系统的通信距离较短,为数百米以至千余米。在要求通信覆盖面宽的场所,应借助于中继器,或采用多个基地台组网。

漏泄馈线 漏泄通信系统的关键传输媒体,是一种具有“开放”(即无电磁屏蔽)或“半开放”(即部分电磁屏蔽)式结构的射频传输线,当信号沿该线纵向传输的同时,还通过其结构上的开放部分向其周围辐射,从而实现射频信号能量由传输线向周围空间“漏泄”;反之,线周围空间中射频电磁波的能量也可通过其开放处进入馈线而参与其纵向沿线的传输过程,形成馈线内外电磁波能量的相互交换。

按漏泄馈线的结构特点,可分为连续漏泄馈线和非连续漏泄馈线两大类,两者还可进一步分类如下:



连续漏泄馈线 沿线连续产生漏泄效应的传输线。早期的连续漏泄馈线是一种扁平状平行双导线,属“开放”式结构。在该线的一端输入射频信号,则在其周围沿线可测到较强的漏泄场。但这种馈线现已不再推广应用,主要原因是传输效率低,并且在井下环境中,当其表面受潮湿、煤尘、岩尘等污染,或安装贴近巷道壁或金属体时,其性能急剧恶化。

近年,世界各国先后研制了各种以同轴电缆为基础的漏泄馈线并已达到商品化,称漏泄同轴电缆,简称漏泄电缆。这种电缆的外导体具有按一定规律开孔、开槽、或导线疏编织等“半开放”式结构(下页图2)。各国生产的漏泄电缆结构不尽相同,中国煤矿目前应用的系统疏编织开辫型结构。

处于巷道中的漏泄电缆当馈以射频信号时,信号主要以两种模式沿线传输:单线模式和双线模式。每种模式对应着一种特定的电磁场分布。单线模式的场主

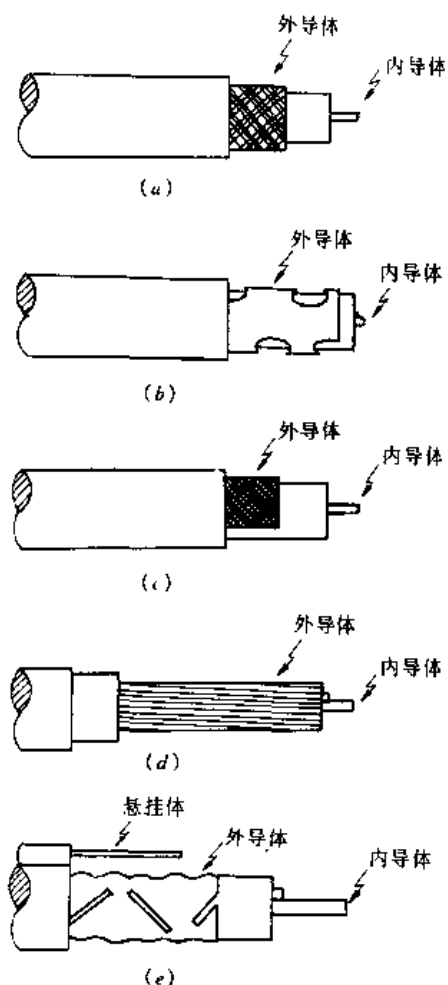


图2 漏泄同轴电缆基本形式
a—疏纸开槽型；b—断续开孔型；c—纵向连续开缝型；d—平行绕包型；e—八字开槽型

要存在于电缆外导体与巷道壁之间，是构成漏泄场的主要因素。由于与本模式相联系的电流系通过有损煤质巷道壁流通，在传输过程中损耗较大。双线模式的场主要存在于电缆的内外导体之间，故在这里又称为同轴模。与本模式相联系的电流系通过良导体—电缆的内外导体流通，传输衰减甚小。两种电磁波通过电缆外导体的开放处不断地交换着能量，使两者能量的分配达到某种动平衡。调整开放结构的形状和尺寸，可调整两者的比例，从而达到既获得所需的漏泄场，又能高效率传输的目的。

影响漏泄电缆性能的是其内外导体、绝缘体和外层护套的结构尺寸和均匀性、绝缘体的材质、空气介质的比例以

及屏蔽结构的型式等。其主要性能参数是内外导体的直流电阻、特性阻抗、传输损耗和耦合损耗等。传输损耗是指电磁波在漏泄电缆中纵向传播过程中单位长度上的功率损耗。耦合损耗是指漏泄电缆和附近天线之间耦合的功率损耗，一般指离漏泄电缆一定垂直距离处的半波偶极子天线所接收的功率与该处电缆内部传输功率之比的分贝数。在矿井条件下使用尚应充分注意其分布电容、电感电阻比和阻燃性能等与安全有关的要求。

非连续漏泄馈线 将一般非漏泄同轴电缆分段断开，形成局部开放结构，中间插入漏泄和阻抗匹配的器件而成。这种漏泄馈线，以非漏泄电缆为主体，其价格比漏泄电缆便宜。但需另外连接插入装置，增加安装造价。按插入器件类型，有波模转换器插入式和漏泄段插入式。

(1) 波模转换器由电感电容等元件组成，其作用是当射频信号在电缆中以同轴模式传输到波模转换器处时，将部分同轴模能量转换成单线模，同时令未转换的同轴模继续前进而不产生反射。单线模在电缆外向开口处两侧传播，形成足够强的漏泄场供通信耦合之需。当单线模沿线传播而衰减到不足以满足正常通信时，应再插入一个波模转换器以提供所需的漏泄场。正确设计波模转换器中元件的参数，可对上述能量转换实现优化控制。波模转换器的插入间隔视工作频率、单线模传输衰减及离基地台的距离而异，一般在数百米到百米之间。

这种漏泄馈线系由比利时国家采掘工业研究所（简称 INIEX）的德隆涅教授（P. Delogne）首先研制成功，其相应的漏泄通信系统称为 INIEX—Delogne 系统。

(2) 漏泄段插入式漏泄馈线是用适当长度的漏泄电缆段代替上述波模转换器而成。其与波模转换器相比的优点在于，当工作频率高至甚高频、特高频段时，

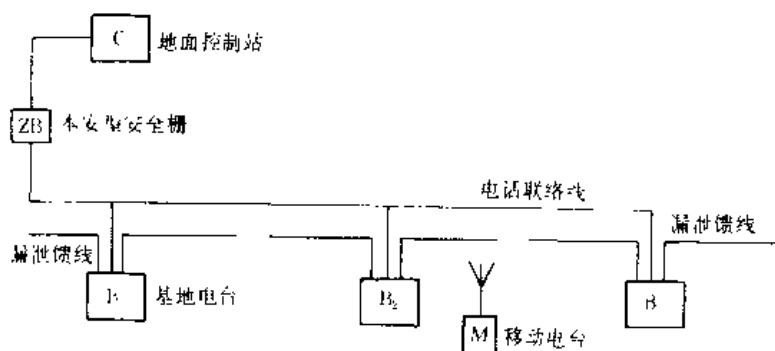
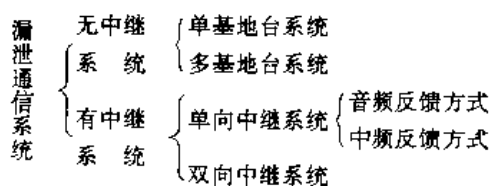


图3 多基地漏泄通信系统

要求波模转换器的插入间隔甚短,一般为70~100m,使插入装置的数量、安装造价上升。而漏泄段插入式同轴电缆可以商品化,避免了在安装过程中对传输电缆的频繁切断和插入连接工作。

与连续漏泄馈线相比,宽间隔、短漏泄段的非连续漏泄馈线的优点是其安装要求较低。

漏泄通信系统组网 漏泄通信系统按是否采用中继放大器,分为无中继系统和有中继系统。前者又有单基地台系统和多基地台系统,后者又有单向中继系统和双向中继系统:



无中继单基地台系统 用于通信距离较短的情况。漏泄电缆随通信路径敷设。当通信路径有分岔时,分岔处需接入适当的功率分配装置,以合理分配各支路的射频信号功率并避免阻抗不匹配引起的反射干扰。

无中继多基地台系统 用于通信覆盖面较宽,超过一个基地台覆盖能力的情况。由若干个单基地台系统联网组成。多个基地台借助电话线由地面控制站实施联络控制。较成功的应用实例最早见于英国1970年安装在苏格兰Logannet矿井的系统,美国纽约等地早期的地铁系统也采用这种组成方式。Logannet矿井采用了约9km漏泄电缆和7km电话线对,一个地面控制站,三个井下基地台,本安型电话安全栅和若干个手持式无线电话机来组成系统(见上页图3)。全程划分成三段,每段中央设一基地台,通过一对电话线从井上对三个基地台实施联络控制。通道工作频率为VHF低段70~90MHz,该段工作频率随后被英国国家煤炭

局(National Coal Board)确定为NCB制井下专用传输频段。

单向中继系统 由漏泄电缆、按一定间隔插入电缆段中的单向中继放大器、基地台、移动台以及基地电源等组成。基本特征是漏泄电缆本身在传输无线电信号的同时还馈送直流电以驱动单向中继放大器工作,使无线电信号在由基地台至移动台的单一方向上得到放大以弥补线路传输损失。实际通信距离可延伸到10km以上。系统的发展起源于七十年代,英国的马丁(D. J. R. Martin)博士和戴维斯教授(Q. V. Davis)作出了重要贡献。由于中继工作方式单向的,为实现自移动台到基地台的信息传输,研制了音频反馈系统和频反馈系统,以满足双向通信的要求。

(1) **音频反馈漏泄通信系统** 基本特征是基地台发信机和基地台收信机分设在系统两端,用电话联络线完成通道全程的辅助联结(图4)。其不足之处是难以实现系统分支。较成功的应用实例见于1973年安装在英国C矿(Cadley Hill)的系统,采用16dB增益的单向中继器,耗电仅2.5mA,线路按12V馈电,输出功率约12.5mW,中继间距为500m,工作频段为70~90MHz。以上中继系统的典型数据被英国国家煤炭局(NCB)采纳为准制式。

(2) **中频反馈漏泄通信系统** 基本特征是基地台收发信机均设在系统一端,无需专用联络电话线,具有设置系统分支的灵活性(见下页图5)。无线电射频信号在系统中保持单方向传输,至所有系统分支的末端经变频器转为中频信号,再经由漏泄电缆回馈至系统始端构成双向传输通路。对于中频频段的信号,反方向通过中继器及传输线本身的传输损失相当小,无需任何中间放大,可满足实际应用。

双向中继系统 基本特征是采用了串联插接在漏泄电缆中的双向中继器(见下页图6),在两个传输方向上对不同的射频信号均能提供各自方向上的增益,

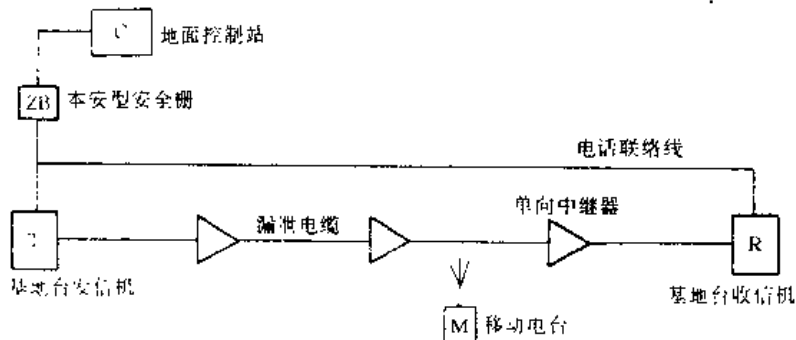


图4 音频反馈漏泄通信系统

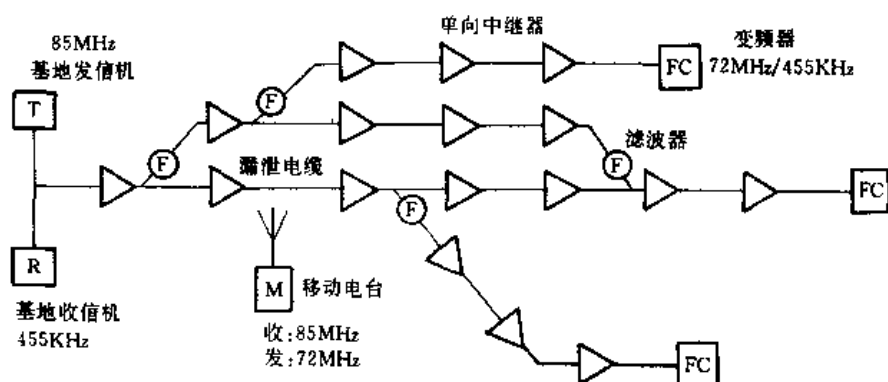


图5 中频反馈漏泄通信系统

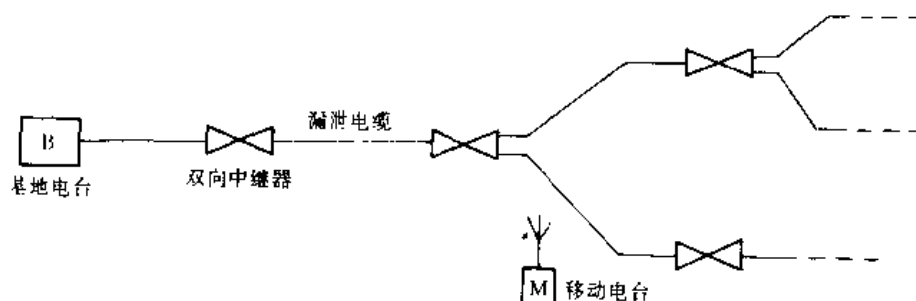


图6 双向中继器系统

省略了单向中继系统中的专用联络电话线或变频器和中频反馈措施,且能实现系统灵活分支。英国NCB制中继系统的典型数据为增益16dB、耗电2.5mA、馈电12V、输出功率约1mW、中继间距为500m、工作频段为70~90MHz。

参考书目

P. Delogne: Leaky Feeders and Subsurface Radio Communications, Peter Peregrinus Ltd., 1982.

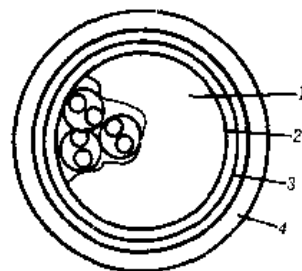
伍健鹏等编著,《矿区通信》,人民邮电出版社,1989, 12.

The Radio and Electronic Engineer: Leaky Feeder Radio Communication Systems, Vol. 45, No. 5, May 1975.

(肖公亮 朱建铭)

伤的平巷和斜巷,聚乙烯绝缘铝-聚乙烯粘结护层钢丝铠装聚氯乙烯护套电缆,用于立井或斜井。

对通信电缆要求是导电线芯的导电性能好,有柔软性和一定的机械强度,导电线芯用铜线。绝缘材料应具有长期稳定的电气性能,绝缘有不同的颜色。电缆线芯是由一定数量的线组,按一定的排列形式绞合而成。电缆护层是对电缆起着机械保护,防止化学腐蚀、防潮、防水作用。加强型电缆有双层护套,内护套外编织钢丝铠装层。通信电缆护套要求具有阻燃和抗静电性能,护套表面绝缘电阻值要求小于 $1 \times 10^9 \Omega$,因此选用聚氯乙烯为外护套层。通信电信电缆结构如下图所示。



矿用通信电缆

1—线芯; 2—护层; 3—包带; 4—护套

(张宝金)

kuangyong tongxin dianlan

矿用通信电缆 (mining communication cable)

具有适用于矿井环境的机械强度、耐潮、抗静电和不阻燃等性能的传输信息实现互通语言的电缆。矿用通信电缆一般使用音频传输,通话距离较短,每一对线只能通一个话路,因而通信参数要求不高。

按电缆材料、结构、用途划分,有聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套电缆,用于平巷和斜巷及机电硐室;加强型线芯聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套电缆,用于经常受机械损



kuangyong tongxin xinhao kongzhi
zonghe zhuangzhi

矿用通信、信号、控制综合装置 (mine communication, signal and control integrated equipment) 将通信、信号、控制综合一体, 实现对矿井运输设备的控制、人员之间的相互通信及信号联络的成套设备。

分类 根据生产的特点与要求大体分为: 采区通信、信号、控制装置, 煤流运输通信、信号、控制装置, 斜井人车通信、信号、控制装置以及本安通信信号机等。80年代后, 煤矿机械化的发展带动了辅助运输的发展, 出现了绳牵引卡轨车、柴油机齿轨车, 它们采用无线电遥控、通信与车载监控方式形成辅助运输通信监控装置。

组成 一般包括通信系统、供电系统、信号系统、键闭锁及监视系统、起停控制系统、声光及显示系统、起动预警告系统、紧急停车及附属设备等。

通信系统 一般多采用扩音通信, 该系统有两大类: 分布放大扩音系统与集总放大扩音通信系统。

(1) 分布放大扩音通信系统是同一双芯电缆(或1芯)并接若干个彼此相同的放大器。每个放大器都有一个蓄电池, 用一个公用的隔爆兼本安电源给蓄电池充电, 在通信发信号以及起动报警时, 各台扩音电话消耗自身的电池能量以提高扩音电话的放声响度, 充电电流一般较小, 虽然隔爆兼本安电源输出功率有限, 也可以接入较多的扩音电话设备。采用分布放大扩音通

信系统, 其放声响度高, 特别适用于环境噪声较大的场合(图1)。分布式放大扩音通信系统以电缆芯线截面、供电电压高低决定系统并接台数与通信距离。

(2) 集总放大扩音通信系统设有一台总机, 若干分机跨接在一条多芯电缆上, 每个分机由喇叭和送话器组成, 分机不带蓄电池, 分机间相互通信均由总机放大后进行, 适用于放声响度一般, 通信距离不大的场合, 架设台数小于15台。典型布置如下页图2所示。

供电系统 电源一般为隔爆兼本安电源, 综合装置的电源一般要求较高: ①必须很好地分配能量, 设备守机状态时, 耗电尽量小, 工作耗电较大时, 应从时间上错开。②本安电源保护速度一般为十几微秒, 如保护速度太快不利控制, 保护速度太慢电源又不能提供大电流。③电源应采用双重化保护措施。④允许输入电压范围要大, 一般取 $+15\% \sim -20\%$ 。⑤对间歇工作方式(通信), 可以采取小电流浮充, 减少设计大容量电源的技术困难。⑥控制、通信、信号距离较长时, 应设计输出电压较高的电源。

信号系统 综合装置应配有完善的信号装置, 一般信号源可集中某一个设备内, 控制点可以分散到各个分机内, 形成分散对象到集中对象的信号操作方式。也有的信号源分别装在各个分机之内, 形成分散对象至分散对象的操作方式, 并用信号音调差异来区分。

键闭锁及监视系统 工作面、顺槽控制设备, 应设有沿线急停闭锁开关。近年来急停闭锁键的监视已广泛装备, 如英国的 Sivad 系统, 321 系统闭锁键监视装

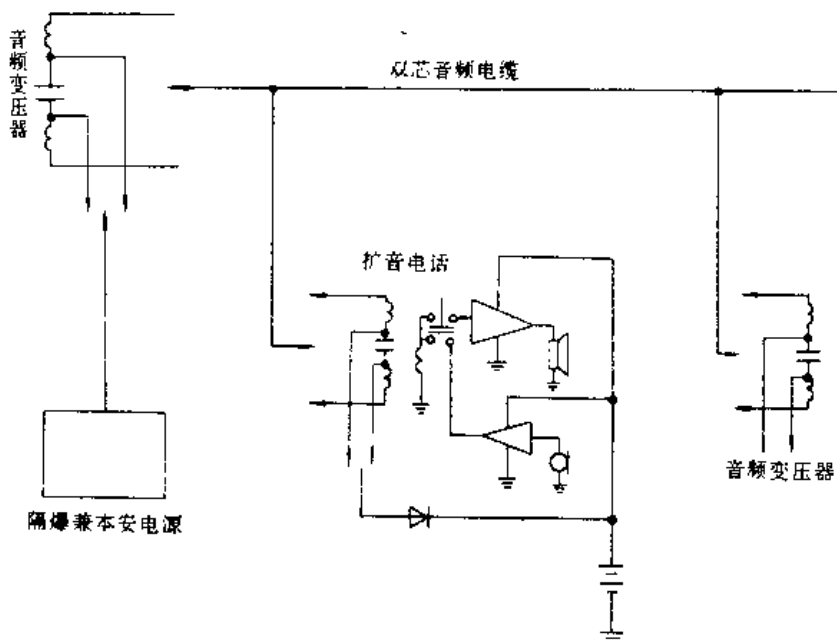


图1 分布式放大扩音通信系统原理图

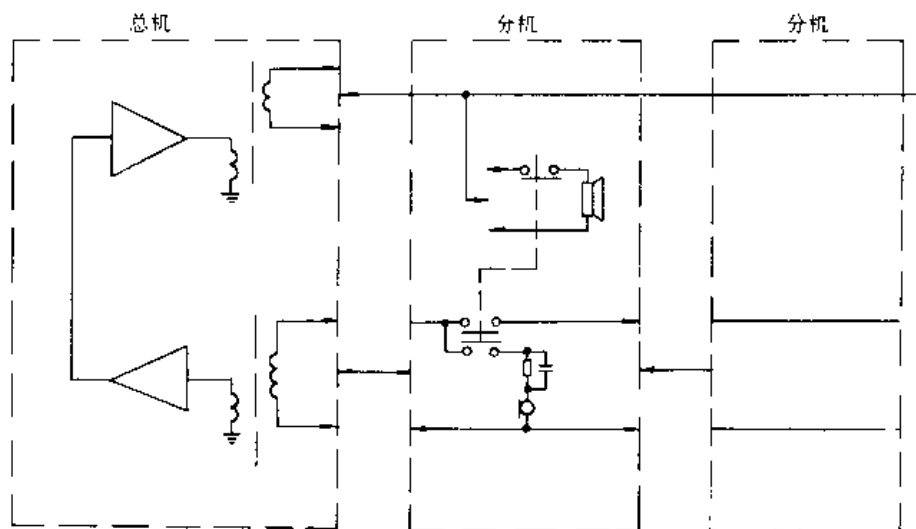


图2 集总放大扩音通信系统图

置, 每台设备一般不设专用地址号, 在巷道、工作面布置后, 设备的排列顺序便确定地址号。多个地址同时闭锁可在操作台上轮番显示, 也可以排队显示(将前一个闭锁键解锁后显示下一个闭锁键), 英国采用环形计数法, 抗干扰能力较差; 西德采用频率分割方式, 抗干扰能力较强, 但每台设备有地址号, 互换不便。近年来有人提出利用锁相环技术, 采用频率几何级数递增方法, 并由微机处理显示, 既解决抗干扰, 又无需地址号。

起停控制系统 起动有两种方式:

(1) 连锁控制, 起动过程是连锁的, 只有在发启动预告后方可按逆煤流方向依次起动各台设备, 按顺煤流设备停止各台设备。

(2) 辅助起动, 转载机和输送机可以分别以点动方式起停, 其过程为: 发启动报警信号→开停转载机(输送机)。

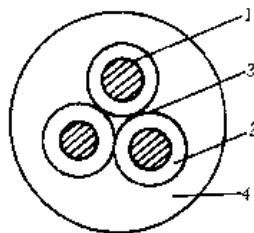
声光及显示系统 采用屏幕显示或数码显示及利用扩音电话音响表示故障急停, 误操作等。显示应有对位、数字、图形等方式。

通信、信号、控制装置还有附属设备如音频扩展、本安与非本安转换装置以及远动装置、传感器等。

(郭成伟)

kuangyong xinhao dianlan

矿用信号电缆 (mining signal cable) 适用于矿井环境性能的传输各种电信号的电缆。广泛应用于煤炭生产的各个环节, 进行信号传递、报警和机电连锁等。电缆在运行中随设备、仪表经常移动, 要求安全可靠运行。所以要求电缆有柔软性和一定的机械强度。导电线芯选用单丝直径 0.2mm~0.25mm 的铜线绞



矿用信号电缆

1—导体; 2—绝缘; 3—填充; 4—护套

合而成。绝缘选用橡皮绝缘, 线芯分色或打号, 便于安装识别。绝缘线芯按一定顺序绞合成缆。护套选用氯丁胶橡皮或类似材料, 具有耐燃、耐油、耐气候性, 有一定的机械强度。电缆与设备、仪表连接应考虑线路的长度和电容值, 以保证信号传输的速度, 减少线路传输衰减。1km 长度电缆上每根线芯的电容值小于 0.1μF。矿用信号电缆的结构如右上图所示。

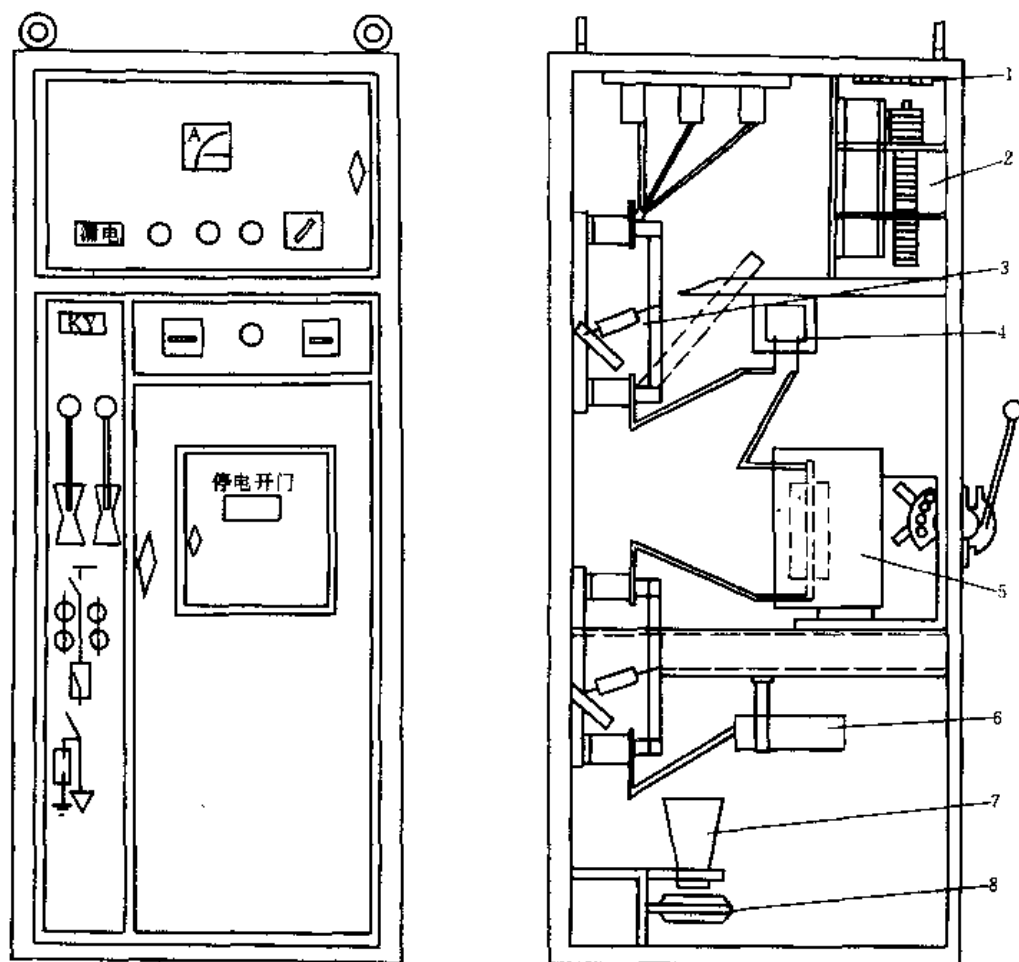
(张宝金)

kuangyong yibanxing dianqi shebei

矿用一般型电气设备 (mining electrical apparatus for non-explosive atmospheres) (见安全卷)。

kuangyong yibanxing kaiguangui

矿用一般型开关柜 (mining switchgear cabinet for non-explosive atmospheres) 煤矿井下电网中受电、配电的成套开关装置。主要用于煤矿井



矿用一般型高压真空开关柜外形结构

1—接线架；2—仪表室；3—隔离开关；4—电流互感器；5—真空断路器；
6—压敏电阻器；7—电缆夹头；8—零序电流互感器

底车场和主要进风巷道的机电硐室中，作为接受和分配三相交流 50Hz、额定电流至 630A 的网络电能，也可用作照明和控制电动机之用。

分类 额定电压 3kV 及以上的为矿用一般型高压开关柜；额定电压 1140V 及以下的为矿用一般型低压开关柜。同时还按一次回路方案及用途来分类。煤矿井下常用的开关柜类型有受电、馈电、母联、互感器、电抗器、电容器、整流器、变压器、照明、集中控制柜等。此外还可根据用户需要的一次回路和二次控制回路组成特殊的开关柜。与地面开关柜不同，井下开关柜电源是从一次回路变换而来。

基本结构 矿用一般型开关柜采用矩形管材和薄钢板组装成全封闭、立柜式外壳，防护等级 IP21 (IP—外壳防护标志字母，2—能防止直径大于 12mm 的固体异物进入壳内，1—垂直的滴水应不能直接进入产品内部)。矿用一般型开关柜外壳结构密封性好，内部带电

导体的电气间隙、爬电距离大于同一电压等级的一般工业用开关柜，元、器件采用湿热带型。其外形结构如上图所示。

正面上部为专用的仪表室，中部为操作板，下部为门。柜体左、右及后面均采用可卸式封板，一次与二次设备之间用隔板分开，柜顶前部为小母线，后部装主母线。开关柜具有机械和电气双重连锁装置。

简史 20 世纪 50 年代中期至 60 年代初，中国开始生产矿用一般型高压开关柜，以多油断路器为主体，一次回路方案比较简单。80 年代随着真空断路器的应用，同时大型和超大型矿井对供电要求增多，一次回路与二次回路趋向多样化，使矿用一般型高压开关柜有较大的发展，80 年代随着 660V 升压供电技术的推广，矿用一般型低压开关柜相应得到发展。

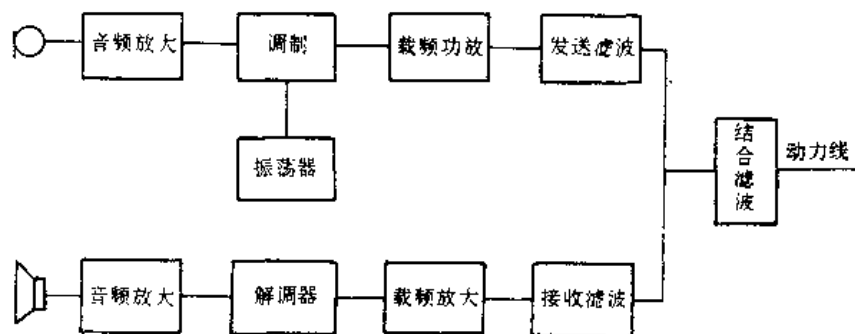
(费名琅)

kuangyong zaibo tongxin

矿用载波通信 (mine carrier communication)

利用煤矿井口上、下电话线、电机车架线和动力线为载波信道的通信。载波通信系统主要由载波机和载波信道组成。

工作原理 利用复用信道传输多路信号。复用信道一般有频分复用和时分复用两种。矿用载波通信一般采用频分复用,根据多路信号频率不同的特点,在信道上以互不重复的工作频率加以间隔,实现各路信号



矿用双工载波电话框图

各不相扰地同时传输,并在载波通信的终端设备上设置滤波器,利用其频率特性将多路信号有选择地加以分割。

载波机按调制方式可划分为调频(相)制和调幅制。按通话方式又可划分为双工制和单工制。调频制是角度调制的一种,它是已调波的瞬时频率随调制电压而变化的调制方式。调幅制是已调波的瞬时幅值随调制电压而变化的调制方式。单工制是双方虽然能进行双向通信,但各自不能同时进行发送和接收,而只能交替地进行发送和接收的一种通信方式。双工制是双方各自可以同时进行发送和接收的一种双向通信方式。

组成 载波机包括发送部分和接收部分。以矿用双工载波电话框图(见上图)为例,主要环节有载频振荡器、调制器和解调器、音频放大器和载频放大器、滤波器等,有的还设有限幅器、电平自动调节器、静噪电路等。发送部分是将每一路的话音电流对载波进行调制,使之搬移到一定的较高的频带上,经滤波、放大,然后通过结合滤波器,将信号送到线路上。接收部分是把线路滤波器接收的各路载波信号电流放大后,在分隔滤波器上各自分开,经滤波、解调变为语音信号。

分类 按载波信道可分为:电机车架线载波通信、动力线载波通信、电话线载波通信。

架线电机车载波通信 利用煤矿井下电机车架空电线和铁轨直接传输载波信号的通信,主要用于机车

调度通信和机车之间的通信。

由于架线载波传输性能不稳定,杂音大,影响了通信质量和有效通信距离。其主要原因是:①架线、钢轨间的传输阻抗变化大,受许多跨接负载的影响,这些负载包括机车电动机、车灯,直流逆变器、整流设备、载波收发信机等,导致传输阻抗急剧下降,产生很大的插入损耗,使大量有用信号被旁路。②钢轨端头连接点接触不良,造成传输阻抗和传输损耗增大。③硅整流电源、电机车晶闸管脉冲调速装置、逆变车灯的使用以及

机车行驶中车弓与架线之间接触不良等原因造成很大的干扰,使杂音增大,通话质量变坏。针对以上情况,改善通话质量的途径有如下几方面:①在架线整流电源处加阻波器。②降低和滤除整流设备、逆变器干扰源的谐波电压。③在架线端头加匹配电阻器,在分支处加信号分配器。④加强钢轨和架线的安装和维护。⑤采用专用线传输法,沿巷道重新架设一条与架线平行的专用辅助导

线,与钢轨及巷壁构成了低损耗的载波信号通路。

架线载波通信系统由调度总机和车载台等组成。车载台安装在机车上,调度总机通常设在井下调度室内,当调度总机需与车载台通话时,只需按下相应的呼叫按钮,发出相应的呼叫频率,接在架线上的所有车载台均可接收到载波信号,并在扬声器中发出呼叫声,被呼叫的机车司机取下话筒,便可与调度总机讲话。如果机车司机需要呼叫调度总机,其过程与前面相同。当载波电话为单频单工时,调度总机和车载台、车载台与车载台之间均可相互通话;如果为双频双工通话时,总机和车载台之间为双工通话,车载台与车载台之间不能通话。

动力线载波通信 借助于动力电缆进行载波传输语音的通信。井下环境条件恶劣,有些地方敷设和维护线路困难,特别是在工作面,机械设备需要经常移动,线路容易受损,利用机械强度高的动力电缆传输高频电流信号,既不需要通信线路的建设投资,也不用对线路进行单独的维护,因此,它适用于环境条件恶劣、敷设和维护线路十分困难的场所,特别是煤矿井下采掘、运输等生产环节中采用此种通信方式较适宜。但由于低压动力电网的传输性能不稳定,干扰及损耗大,只能作近距离的通话。要在动力电缆上传输高频电流,还要解决电话和动力电缆的连接问题,这种连接环节称结合滤波器,它一般与载波电话一体。它的作用:一是完



成载波电话与外馈线之间的安全隔离,以确保人身安全、设备安全;二是完成载波信号与动力线载波传输通道之间的传输耦合。

电话线载波通信 是借助于电话线进行载波传输的通信。其原理与动力线载波电话类同。由于增加电话芯线的办法来实现多路通话比用载波电话方式简单易行,故很少在煤矿应用。

(付 毅)

kuangyong zhenkong kaiguan

矿用真空开关 (mining vacuum switch)

适合煤矿环境和工况条件,触头在高真空(气压为 $10^{-2} \sim 10^{-5} \text{ Pa}$)容器内闭合和断开的开关设备。主要用于660V至10kV的煤矿井下供电系统中作配电和控制开关,特别适用于有爆炸危险的场所,负载繁重又需经常起动、点动和堵转的电动机的控制开关。

结构 矿用真空开关与普通的开关设备一样,也是由操动机构,导电回路及灭弧系统等组成,但它的主触头置于如图1所示的真空灭弧室,又称真空开关管内。真空灭弧室内部保持 $10^{-2} \sim 10^{-5} \text{ Pa}$ ($1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$, 10^5 Pa 约等于1个大气压)的高真空。3个真空灭弧室就成为矿用真空开关结构上最显明的特点,并决定了它的性能。真空灭弧室的外壳5是用玻璃、陶瓷或微晶

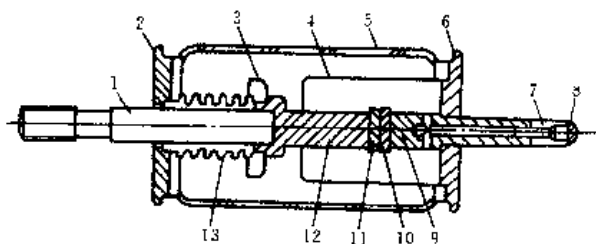


图1 真空灭弧室(真空开关管)

玻璃等绝缘材料制造的。两端焊着金属盖板2和6,静导电杆9穿过静端盖板6的中心。静触头10焊在静导电杆的端头。动导电杆12的端头焊着动触头11。动导电杆和拉杆1焊成一体,通过波纹管13和动端盖板的中心孔伸出真空灭弧室外。波纹管的一个端口与动导电杆焊在一起,另一个端口与动端盖板焊在一起。波纹管是可伸缩的元件,因此动导电杆借助波纹管的伸缩性可沿真空灭弧室的轴运动,而外部的的气体却不会进入真空灭弧室内部,这样就可完全密封的条件下从外部操动主触头的合、分,达到接通和开断电流的目的。触头周围装有屏蔽罩4,用以吸收分、合电流时真

空电弧生成的金属蒸汽等,防止污染绝缘外壳。7为真空灭弧室抽真空时的排气管,8为保护帽,均系抽真空工艺所需。

工作原理 真空开关的触头在真空中接通和分断电流时周围的介质是真空。实际上是高度稀薄的空气,所以在触头间形成了真空电弧。真空电弧靠触头材料所生成的金属蒸气来维持。由于周围气体压力低,电弧等离子体中的电子、离子或金属粒子具有强烈的扩散作用,因此真空电弧很容易被熄灭,并且触头间隙的介质强度恢复速度很高。真空电弧有扩散型和集聚型两种基本形态。扩散型真空电弧通常在数千安培以下的电流范围内产生,它没有显著的阳极位降区,而阴极斑点不断向四周迅速扩散。集聚型真空电弧在电流超过某个数值(一般在10kA以上)时产生,阴极上所有斑点相互吸引而集聚在一起,其运动变得很缓慢,并出现阳极斑点和位降区。

扩散型交流真空电弧一般在第一次电弧电流过零时就熄灭,这是因为扩散型电弧在电流过零后,触头不会再产生新的阴极斑点,间隙的介质强度恢复很快。当触头距离足够大时,不会发生电弧重燃现象。集聚型真空电弧由于阳极斑点的形成,阴极和阳极表面都有较大面积和一定深度的熔融区,电极的熔融区在一定时间内仍向弧柱提供大量的金属蒸气,使得在恢复电压上升过程中,弧区内仍是一个充满金属蒸气的间隙,不可避免会发生间隙的击穿而使电弧重燃。为此,设计要求分断较大电流的真空开关时要采取措施,使在被分断电流范围内始终保持扩散型真空电弧,从而使真空电弧在电流过零后不再引起重燃。所以一般交流真空电弧在以第一次过零时即可熄灭,燃弧时间约半个周波(10ms)。然而,对直流真空电弧电流,必须创造一个过零的机会,迫使其熄灭。通常采用电流换向装置或提供等量的反向电流来迫使直流真空电弧电流过零,比较复杂。

分类 按电流类型可分为交流真空开关和直流真空开关。煤矿中广泛采用的是交流真空开关,按用途主要分为真空断路器,真空接触器与真空换相隔离开关三种以及用它们作主体组成的真空配电装置,真空馈电开关,真空电磁起动器等。按电压等级又可分为低压(AC1200V及以下)和高压(AC3kV及以上)两大类。

真空断路器 触头在高真空(气压为 $10^{-2} \sim 10^{-5} \text{ Pa}$)容器内闭合和断开的一种断路器,在正常情况下,用以人为地闭合或断开供电的电路,而在电路发生过载、短路等故障时可自动切断电路,煤矿井下常与各种保护装置一起装入防爆外壳内组合成高压真空配电装置,低压真空馈电开关。断路器指能接通、分断承载线



路正常电流，也能在规定的异常电路条件下（如短路）和一定时间内接通、分断承载电流的机械式开关电器。

结构与分类 真空断路器主要组成部分是真空灭弧室，此外与一般空气式断路器差别不大，都是由绝缘支撑、传动机构、操动机构和基座等组成。按真空灭弧

室的布置方式，真空断路器的结构类型可分为落地式、悬臂式、综合式与接地箱式 4 种（见图 2）。

(1)落地式真空断路器 真空灭弧室等导电部分在整机的上方，操作机构在下方，上下两部分通过绝缘操作杆等传动机构连接起来，其传动环节少、重心较

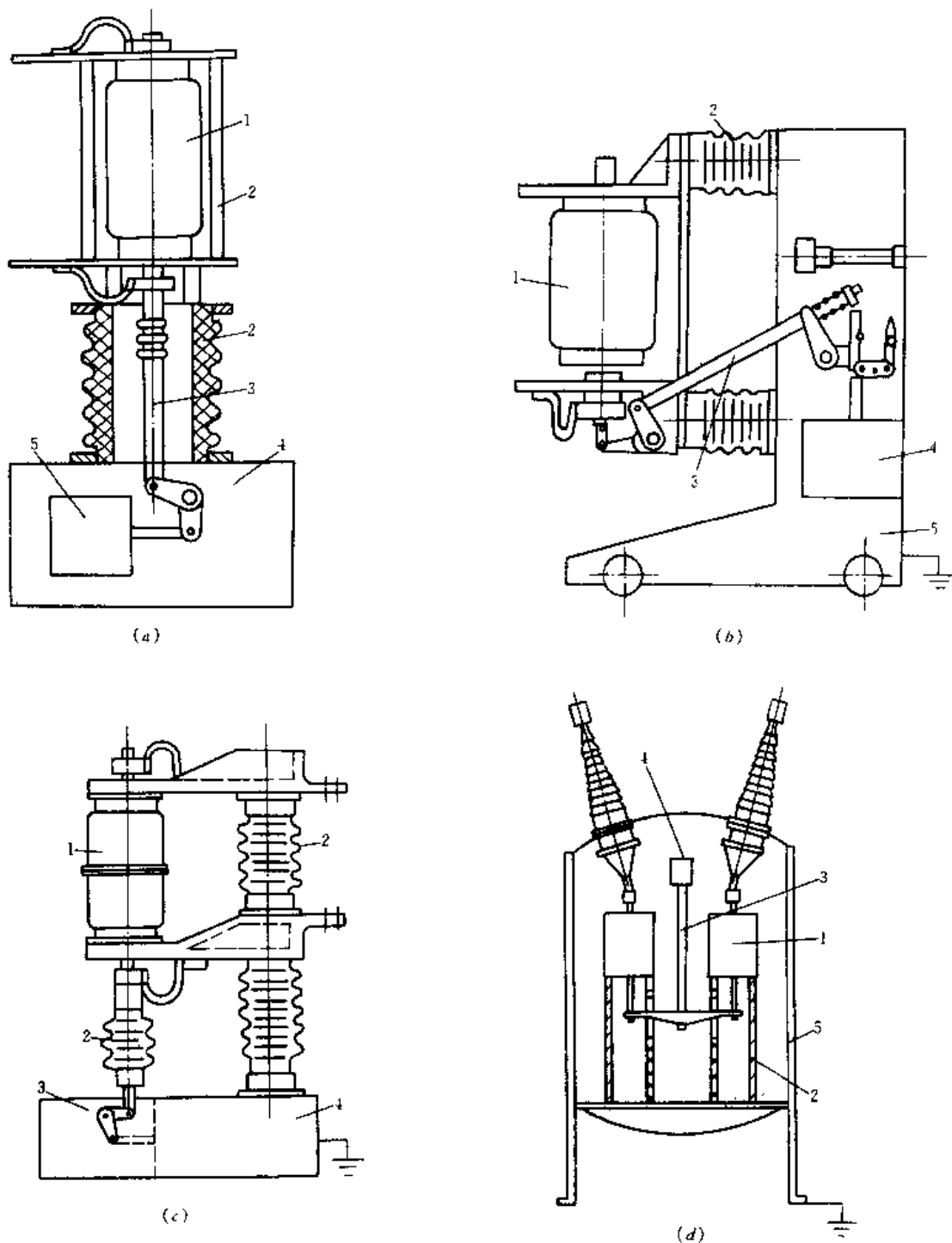


图 2 真空断路器结构示意图

a—落地式；b—悬臂式；c—综合式；d—接地箱式

1—真空灭弧室；2—绝缘支撑；3—传动机构；4—操动机构；5—基座

低、稳定性好,容易设计成积木式组件,向高电压等级、系列化产品发展,但总体高度尺寸较大。

(2)悬臂式真空断路器 真空灭弧室在整机前方,操动机构设置在后方,二者之间由绝缘操作杆等传动机构连接起来。总体结构紧凑、操作安全,宜作成手车式。但总体深度尺寸较大,操动机构传动效率稍差,支撑绝缘子受弯矩作用影响强度,操作时真空灭弧室振动较大。

(3)综合式真空断路器 在悬臂式的基础上,吸收落地式在真空灭弧室支撑及传动机构方面的某些优点而派生出来,大多用于 35kV 及以下的户内真空断路器中,宜用于手车式开关柜内。

(4)接地箱式真空断路器 真空断路器的本体全部封闭在金属箱内,再将整个箱体安装在接地支架上。多为三相共箱式,附装电容式套管和电流互感器的出线桩上,常用于 35kV 及以下的户外开关上。

真空接触器 触头系统采用真空灭弧室,即在高真空容器内闭合和断开的一种接触器。接触器指用于频繁地、远距离接通和分断交、直流电路及大容量控制电路的电器。其主要控制对象是电动机,也可用作控制照明变压器、电热设备、电容器组等用电负载。煤矿井下主要把它和各种保护装置装入防爆外壳内组成高、低压真空电磁起动器。

矿用真空接触器主要有交流、电磁式、三极的,按电压等级分为低压 (AC1200V 及以下) 和高压 (AC3kV 及以上) 两种。

结构与分类 矿用真空接触器主要组成部分是真空灭弧室,其余与空气式电磁接触器相似,也由电磁操作系统、支架、辅助触头 and 外壳 (或底座) 组成。按真空灭弧室的布置方式可分为立体布置型 (图 3) 和平面布置型 (图 4) 两种。

立体布置型真空接触器 结构如图 3 所示。三相真空灭弧室呈川字形排列,而磁系统位于整机的后部或下部,其轴线方向相互垂直。立体布置结构紧凑、体积较小,但制造装配工艺要求较高。

平面布置型真空接触器 结构如下页图 4 所示。三相真空灭弧室与磁系统的轴线相互平行排列在同一块底板上,装配,维修较方便,但体积和安装尺寸较大,且只适用于低压交流真空接触器。

此外,英国早期的矿用真空接触器三相真空灭弧室呈品字形排列,总体为立体布置。

真空换相隔离开关 触头在高真空容器内闭合和断开的一种换相隔离开关。在煤矿井下的特殊环境中,从安全出发,要求它在应急的情况下能在额定电压下分断 6 倍的额定电流。中国于 1978 年研制出真空换相隔离开关,其额定电压 1140V、额定电流 300A、额定

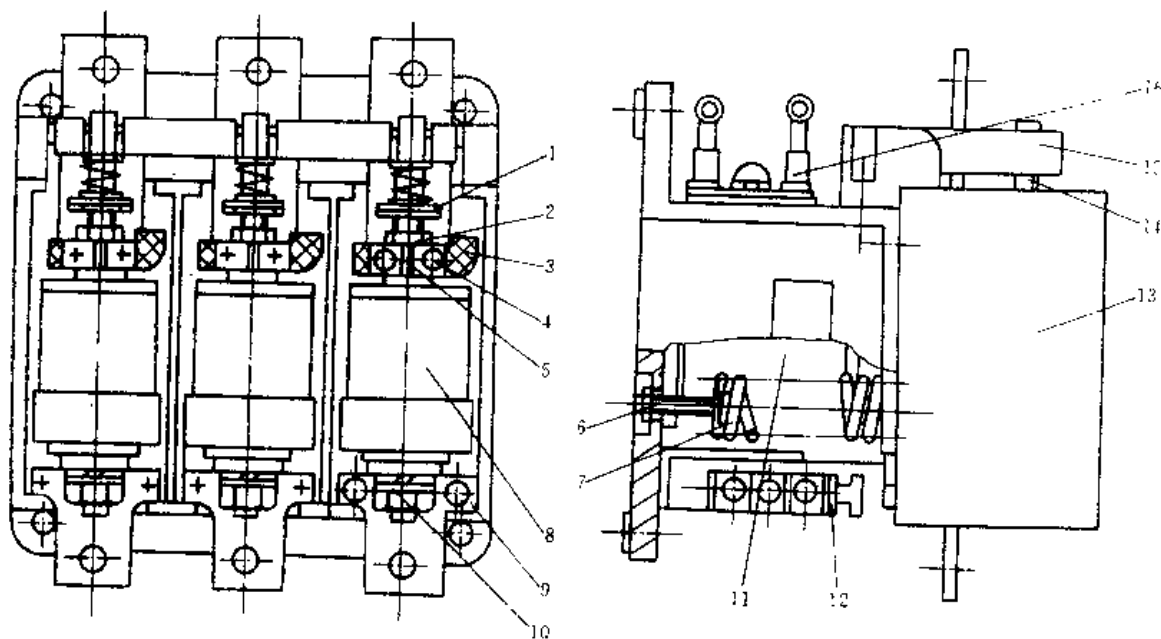


图 3 立体布置型真空接触器

1—开距调节杆; 2—锁紧螺母; 3—软连接导线; 4—螺钉; 5—导电夹; 6—调节螺母; 7—反力弹簧; 8—真空灭弧室; 9—螺钉; 10—螺母; 11—电磁线圈; 12—辅助触头; 13—绝缘柜; 14—触头弹簧; 15—绝缘摇臂; 16—整流装置

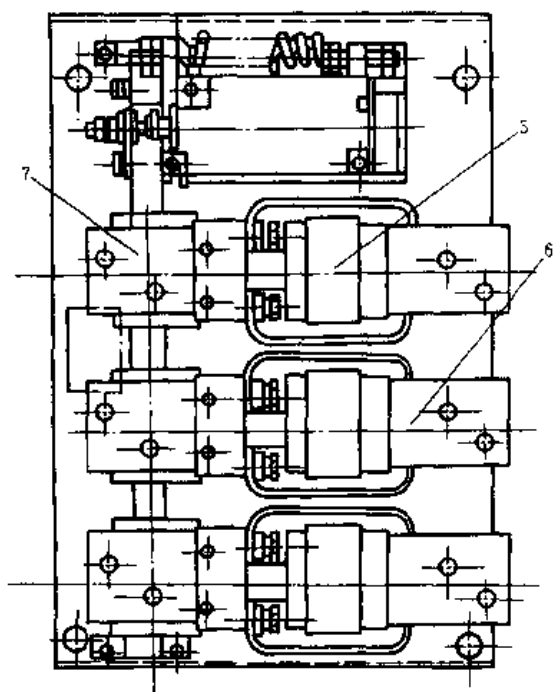
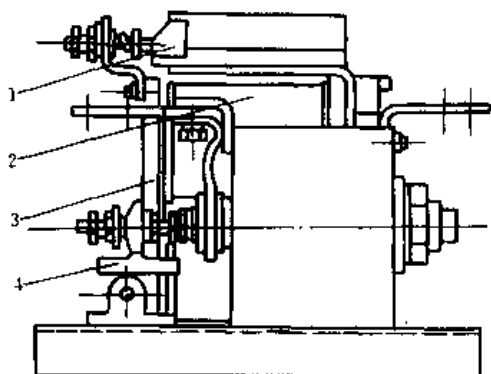


图4 平面布置型真空接触器

1—辅助触头；2—线圈；3—衔铁；4—支持件；
5—真空灭弧室；6—硬联结

电压下的分断能力大于2400A。

真空换相隔离开关触头系统结构如图5所示。它由分断触头组和换相隔离触头组两部分串联组成。分断触头组采用真空开关管，利用真空灭弧的原理解决带载分断能力问题。其开距只有2mm，超程约4mm。换相隔离触头组采用带有凸轮型动触头的空气式换相隔离结构，承担着换相和隔离的作用，它具有明显的隔离断点，消除了因任一相真空开关管发生漏气丧失绝缘和灭弧能力后，可能造成的相间短路和不能对电路可靠隔离的后果。

真空换相隔离开关操作机构的设计还必须满足在

触头系统关合时，换相隔离触头组先关合，其分断触头组才能关合；而在触头系统分断时则相反，要求在分断触头组先分断熄弧后，其换相隔离触头组才能分断。只有这样才能保证在操作过程中总是由真空开关管承担灭弧的任务。

特点 真空开关利用真空作为主触头间的绝缘介质和灭弧介质。真空以其极为优异的绝缘强度和熄弧能力给真空开关带来了一系列优点：

(1) 燃弧时间短、分断能力强。交流真空电弧在触头分开后电流第一次过零时或过零前即可熄灭，从而具有很强的熄弧能力。

(2) 体积小、重量轻。因触头开距很小，对操动机

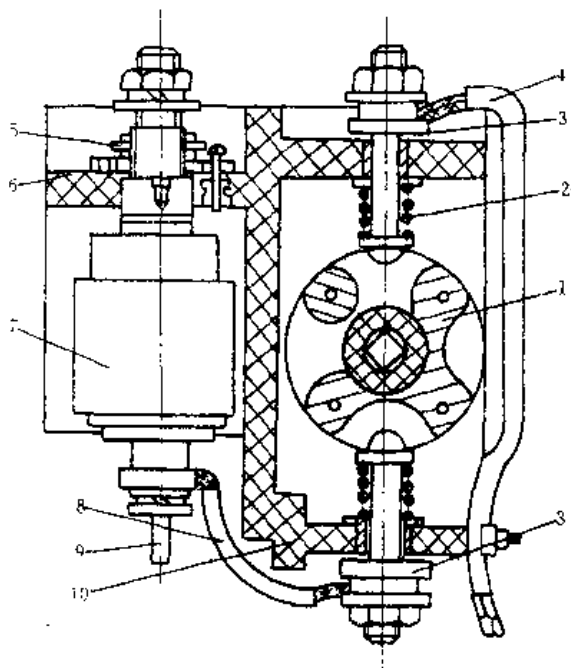


图5 触头系统剖面图

1—换相动触头；2—换相静触头；
3—调整垫；4、8—连接导线；5、6—调整螺母；7—真空开关管；9—接头；10—绝缘骨架

构负担减轻，随之体积和重量只是普通开关的1/3~1/2。

(3) 寿命长，维修量小，适合于重载和频繁操作。

(4) 操作功小，振动和噪声相应减小。

(5) 不仅能开断工频电流，还有开断高频电流的能力。

(6) 电弧不外露，不会引起周围易燃、易爆物质的燃烧和爆炸。特别适合于有沼气和煤尘爆炸危险的矿井中使用。

真空开关的主要缺点。

(1) 在特定的条件下可能产生较高的操作过电压。



(2)真空度的检测比较困难,而保持一定的真空度是真空灭弧的必要条件。

(3)价格较高,因制造真空灭弧室的材质特殊、工艺严格。

简史 1893年美国的里顿豪斯提出了结构简单的真空灭弧室并获得了设计专利,1920年瑞典佛加公司制造出世界上第一台真空开关。以后的年代里主要进行了真空电弧的理论和实验研究。由于真空技术和真空材料的突破,50年代美国才制成第一批适用于切断电容器组等特殊要求的真空开关,分断电流为4kA。1961年美国通用电气公司开始生产15kV,分断电流为12.5kA的真空断路器。1966年试制成15kV、26kA和31.5kA的真空断路器,从而使真空断路器进入高电压、大容量的电力系统。80年代中期真空断路器的分断能力已达100kA。英国于1965年研制成世界上第一台采用镶嵌式触头结构的真空接触器,并在1968年开始推广到煤矿井下使用。由于它优异的性能特别适合井下使用,矿用真空开关发展很快,德、日、美、波兰、前苏联、加拿大、印度、澳大利亚等先后批量生产各种矿用真空开关。

中国从1958年开始研制真空开关。矿用真空开关的研制始于1977年,80年代得到全面发展,较好地满足了中国煤矿井下供电电压等级的不断提高(380V→660V→1140V→3300V和6kV→10kV)以及电气设备的更新换代。

当前,35kV及以下电压等级中,真空开关占有明显优势,35kV以上电压等级中也在逐步发展。

参考书目

王季梅等,《真空开关》,机械工业出版社,1983年。

王季梅主编,《真空开关理论及其应用》,西安交通大学出版社,1986年。

(李国哲)

kuangyong zhixian diandongji

矿用直线电动机 (mining linear motor)

将电能直接转换成直线运动机械能的电动机。直线电动机可分为直线感应电动机、直线同步电动机、直线直流电动机、直线脉冲电动机等。通常所说的直线电动机是指交流直线感应电动机。矿用直线电动机是一类适用于矿井条件下的直线电动机,多为直线感应电动机,有矿用一般型、隔爆型、增安型等类型。煤矿生产中存在着许多往复直线运动,以矿用直线电动机为驱动力的煤矿机械,可以直接获得直线机械运动,不需要中间传动环节,从而使设备具有结构简单、性能可靠、维修方便、故障较少、节省电能等优点。

简史 直线电动机是在旋转电机工作原理基础上发展形成的。19世纪90年代,美国产生了世界第一个以直线电动机驱动织布机梭子往复直线运动的专利。第二次世界大战后,随着电子技术的发展,计算机的应用,为直线电动机的发展创造了条件,使直线电动机成为20世纪70年代世界新技术。20世纪60年代初期,研究的重点在于高速磁悬浮运输系统,在低速运输方面也得到了迅速发展。直线电动机在地下铁道、矿井运输系统、工厂生产运输线、建筑物中立体搬运系统都取得了良好的使用效果。中国直线电动机的研究工作是在70年代初期开始的,80年代已制造出直线电动机操车设备系列配套产品、直线电动机挡车装置、直线电动机翻车机、直线电动机工厂运输线等。

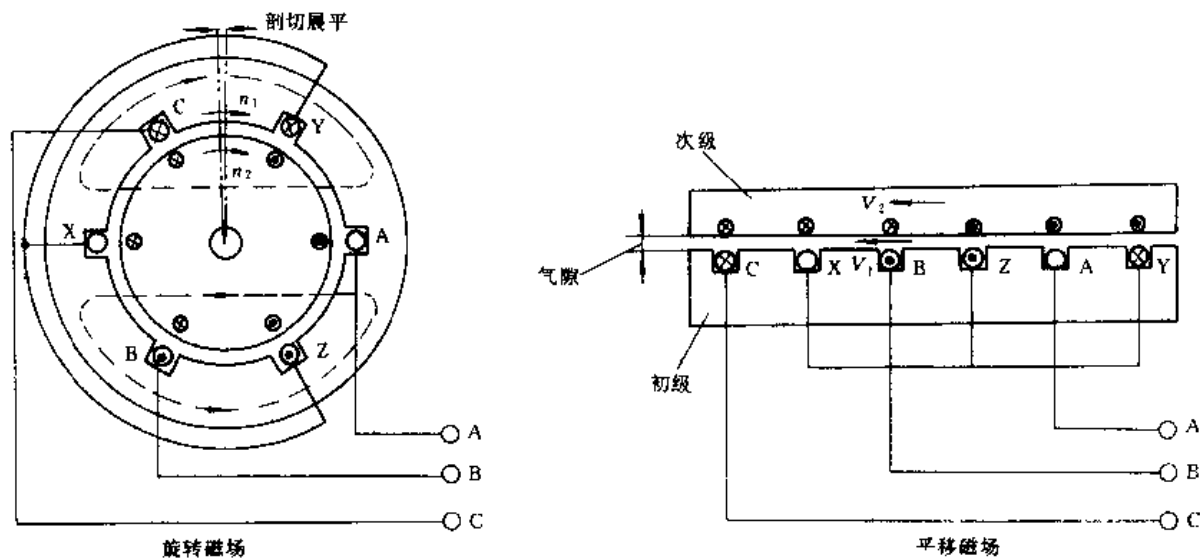
工作原理 直线电动机是由旋转电动机演变而来的,如下页图所示,设想将一台旋转感应电动机的工作原理图沿径向某处剖切展开,直线电动机的工作原理便一目了然。在直线电动机中,展平的定子称为“初级”,展平的转子称为“次级”,初级与次级之间保持的间隙称为“气隙”,原来的旋转磁场变成了平移磁场。当初级绕组中通入三相交流电,平移磁场以同步速 V_1 自左向右运动时,处于磁场中的次级鼠笼导条中产生感应电流,这些带电的鼠笼导条在磁场中又受到电磁力的作用,其合力方向与 V_1 相同,于是次级便以 V_2 的速度滞后于 V_1 同向运动,这便是直线电机的工作原理。实际上,直线电机次级做成鼠笼型结构的较少,多数情况下,是由钢板或铜-钢、铝-钢复合材料构成。直线电动机的运动方向可用改变任二相相序的方法实现,是与旋转电动机相同的。直线电动机通入三相交流电后,初级与次级间产生相互推力的同时,还有垂直吸力的作用,其值约为推力的10倍,这一性质应用得当,可使运动体产生电磁悬浮力。

结构类型 直线电动机的分类方法很多,通常按其结构形状或布置方式可分平面型、圆筒型、圆盘型、圆弧型、滚辊型等。

平面型直线电动机 由旋转电动机剖切展开后形成的直线电动机是平面型的基型,在实际使用中,又有多种形式,分别为:单边型、双边型、单边短初级、单边长初级、双边短初级、双边长初级。

圆筒型直线电动机 圆筒型直线电动机是由平面直线电动机变异而成的,将平面型直线电动机的初级沿横向卷曲,形成封闭式筒型结构,其磁场仍为平移速率为 V_1 的平移磁场,处于筒体中的次级与初级之间相对直线运动。

圆盘型直线电动机 将次级做成盘形,并使其可以绕中心旋转,而初级设置在圆盘的边缘,对圆盘产生



直线电动机工作原理图

切向作用力,形成一个旋转力矩,从而使圆盘低速旋转运动。

圆弧型直线电动机 如果将圆盘型直线电动机的初级,做成与圆盘同半径的弧形结构,并安装在圆盘边缘的外侧,则形成了圆弧直线电动机。

滚辊型直线电动机 滚辊型直线电动机的特点是初级较长,极对数较多,次级是由多个相对于初级的滚辊组成,其位置不变,可在原处转动,当初级通电后,产生速度为 V_1 的平移磁场,滚辊在磁场力的作用下转动起来,放置在滚辊上的物品借助于摩擦力随着滚辊的转动向前移去。

参考书目

上海工业大学,上海电机厂编,《直线异步电动机》,机械工业出版社,1979年。

(乔忠寿)

kuangyong zuran shusongdai shiyan

矿用阻燃输送带试验 (testing of fire-resistant belt for mine) 利用试验设备,按规定的内容和要求,对煤矿井下用的阻燃输送带的性能指标、技术参数进行测试,以考核产品的性能和制造质量,保证产品的使用寿命和使用安全。试验内容分物理性能试验和安全性能试验两类。

物理性能试验 包括带厚和覆盖层厚度测定、拉伸强度和伸长率测定、粘合力试验、撕裂力试验共四项。

带厚和覆盖层厚度测定 试件按输送带全宽与表面呈直角横向斜线切割,试件表面应避免产品商标等

压纹标记。用台式测厚仪及光源观察分析镜,分别沿带宽测带厚和覆盖层厚度7个数据,各取其算术平均值。

拉伸强度和伸长率测定 按规定的形状和尺寸纵向和横向冲割试件。在拉力试验机上按规定的速度对试件进行连续拉伸,直至试件断裂,记录最大负荷,并分别计算纵向和横向的拉伸强度及伸长率。

粘合力试验 按规定的形状和尺寸冲割纵向和横向试件。试件两端的上、下覆盖层交叉剥离规定长度,在拉伸试验机上按规定的速度拉伸试件,记录覆盖层被剥规定长度时的拉力,计算覆盖层的粘合力。

撕裂力试验 按规定的形状和尺寸制作试件,在试件一端沿中心线处切开一规定长度的缺口,以形成撕裂试验时的两个装夹头。在拉力试验机上,按规定的速度对试件进行拉伸,记录试件撕裂到规定长度时的拉力。

安全性能试验 包括导电性测定、滚筒摩擦试验、酒精喷灯燃烧试验、巷道丙烷燃烧试验等4项。

导电性测定 试件表面应清洁、干燥。测量时,试件表面应按规定涂导电胶,并用表面电阻测量仪测定电阻值。

滚筒摩擦试验 在滚筒摩擦试验台上,试件按规定的张紧力及滚筒转速进行摩擦试验。试验时有人为规定的风速空气流吹向滚筒表面及试件。按规定的摩擦试验时间,逐级递增张紧力,直至试件断裂,测录滚筒表面温度变化情况,试件在试验全过程中不应有无焰燃烧。

酒精喷灯燃烧试验 用酒精喷灯对未剥去覆盖层的试件进行燃烧。试件应位于火焰中央,试件外前缘与



火焰外缘相一致,经规定的燃烧时间后取下燃烧器,此时测定试件有焰或无焰的燃烧延续时间。

巷道丙烷燃烧试验 输送带按其纵向强度等级,分别采用常规巷道丙烷燃烧试验或扩展的巷道丙烷燃烧试验,该两种试验方法相同,不同的是前者的试件长度是后者的1/2。试验时把试件置于支架中央,支架安装在燃烧巷道纵轴方向的中央,燃烧器放在进风流向并与支架端面齐平。在规定的风速下,试件经过规定的燃烧时间后,从试件上、下两表面的后端边缘开始,测量所剩输送带无气泡或未烧焦的全宽长度,并测定试件有焰或无焰燃烧时间。

(曹兴华)

kurdian kaiguan

馈电开关 (feeder switch) 煤矿井下用以接通、分断承载线路正常电流,并能在规定的异常电路条件下(例如短路),在一定时间内接通、分断承载异常电流,且在一次回路中具有明显断口的成套开关装置。一般用于额定电压至1140V及以下的电网中作配电总开关,馈出开关或分支开关,也可以控制大容量电动机不频繁启动。

分类 按其使用场合可分为独立使用馈电开关和移动变电站配套馈电开关。

独立使用馈电开关 具有完整的隔爆外壳,可直接用于煤矿井下的供电系统中。有真空式,和空气式两种。

移动变电站配套馈电开关 必须安装在移动变电站低压侧,方可形成完整的隔爆外壳。有空气式和真空式两种(见移动变电站)。

基本结构 馈电开关由隔爆外壳和以断路器为主体的本体两部分组成。本体上设有脱扣器、信号辅助装置和电流互感器等。外壳由主腔、壳盖和接线盒3部分组成。主腔分圆形和方形两种,主腔和壳盖的连接多数采用快开门结构,开盖后断路器不能合闸。

工作原理 断路器通常均带有自由脱扣机构,其动作分为分断、再扣及合闸3个步骤。当自由脱扣机构解脱,断路器分断。需要重新合闸时,首先使自由脱扣机构的杠杆相互搭住,完成再扣任务,然后再次操作完成合闸任务。自由脱扣机构的制造工艺和安装质量要求较高,相应的可靠性较差,所以近年来开发了电磁合闸加机构锁扣式的真空断路器,动作可靠性得以提高。

断路器一般具有电磁式过电流脱扣器、分励脱扣器、欠压脱扣器或电子式脱扣器。当回路发生过载或短路时,电磁式过电流脱扣器的衔铁被吸动,断路器跳闸。分励脱扣器一般用来遥控分断断路器,欠压脱扣器在电网电压低于35%额定电压时使断路器分断。电子式脱扣器由信号检测、过电流保护、触发单元、执行单元和稳压电源等组成,具有过载延时、短路瞬动及欠电压延时等保护功能。断路器可同时带有电磁式过电流脱扣器和电子式脱扣器,也可只具其一,馈电开关的主要技术数据见下表。

主要技术数据表

馈电开关 型 式	额定电流 (A)	短路接通与分断能力 当 $\cos\phi=0.40\pm0.05$ 时 (kA) (有效值)			电磁过电流脱扣器整定值 (A)	电子式脱扣器整定 电流调节范围 (A)	检漏单元动作 电阻整定值 (k Ω) (单相)		
		380V	660V	1140V			380V	660V	1140V
独立使用	200				200~300~600	50~200			
	350	10~15	7~7.5	5.5~7.5	400~600~1200	100~400	3.5	11	20
	400				400~600~1200	160~400			
移动变电 配 套	300					120~300			
	400		9	7.5		160~400			
	440					176~440	3.5	11	20
	500					200~500			
	630		12.5	10		250~630			

简史 20世纪50年代后期中国开始生产馈电开关。60年代初期自行设计新系列馈电开关。所选用的主要元件为万能式自动空气断路器,体积缩小1/3。70年代研制以框架式自动空气断路器为主,保护功能齐

全。外壳结构新颖的馈电开关,且380V、660V、1140V通用。80年代开始发展真空式馈电开关和相敏过流保护,各项性能更趋完善。

(费名琅)



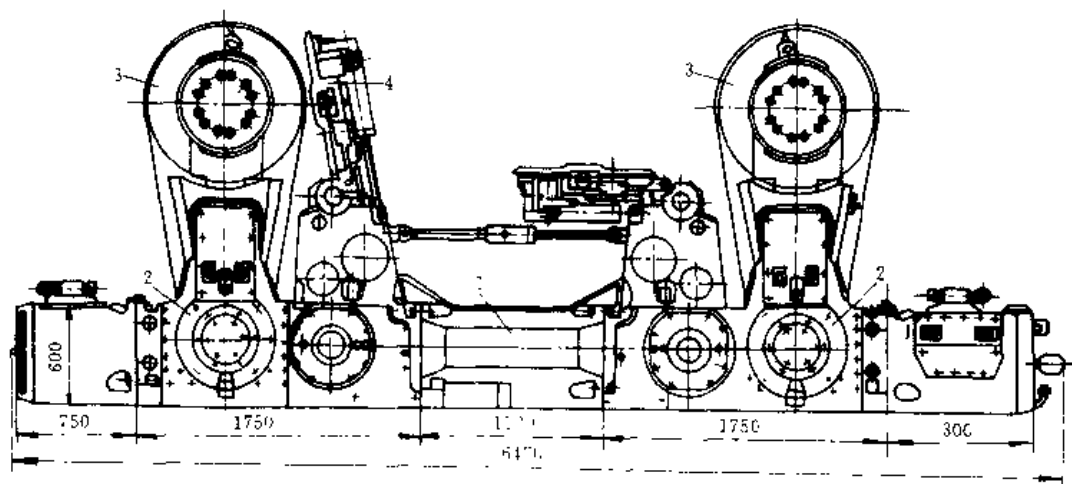
L

liguntong caimeiji

立滚筒采煤机 (vertical drum shearer) 以装有截割刀具并绕垂直于煤层底板轴线旋转的滚筒为工作机构的采煤机。适用于开采煤层较稳定、截割阻抗小于 300kN/m 的缓斜薄煤层。立滚筒采煤机在 20 世纪 60 年代由苏联研制成功, 英国也有该类设备。由于立滚筒结构复杂、调节采高范围小、不易装出底部的碎煤, 未获广泛应用。

基本结构 由电动机、截割部、牵引部及辅助装置等组成。电动机为隔爆型水冷异步电动机, 两端出轴, 驱动截割部和牵引部(内牵引)。截割部包括减速箱、截盘架及立滚筒。立滚筒为圆筒形, 外表面焊有安装截齿的齿座, 滚筒转动时截齿破落煤体, 并依靠齿座和截齿把煤块装入工作面输送机。滚筒分为上、下两部分, 上部滚筒的顶部还装有可伸缩的顶滚筒, 以调整采高。滚筒通过截盘架支承在机身上, 上下滚筒之间装有链轮, 由截割部减速箱垂直输出轴上的主动链轮经截链驱动。截链上装有截齿, 在截盘架的导向槽内滑动。以破

落上下滚筒之间的煤。滚筒的转动方向, 必须保证截齿向工作面输送机方向截割, 以同时完成装煤。截割部减速箱采用齿轮传动, 其中必须有一级锥齿轮传动把水平的输入轴转换成垂直的输出轴, 其余都是圆柱齿轮传动。系统中设置的离合器在检查、更换截齿时脱开, 以保证安全。牵引部包括牵引机构和牵引驱动装置, 有内牵引和外牵引两种牵引方式。内牵引的牵引机构由悬挂在工作面全长的矿用圆环链(牵引链)和采煤机上与其啮合的牵引链轮组成, 牵引链固定在工作面两端, 由紧链装置张紧。牵引驱动装置包括调速系统和机械传动装置。调速系统一般采用变量泵—定量马达液压传动, 实现采煤机在工作过程中无级调速。机械传动装置采用齿轮传动, 其输出轴驱动牵引链轮。外牵引的牵引机构为一条封闭的矿用圆环链, 由设置在工作面两端的牵引驱动装置输出轴上的牵引链轮驱动。采煤机串接在封闭链上, 牵引链轮转动时使其来回牵引。牵引驱动装置包括牵引电动机、调速系统和机械传动装置。调速系统一般采用电磁滑差离合器以实现采煤机工作



立滚筒采煤机结构示意图

1—电动机; 2—截割部减速箱; 3—立滚筒; 4—挡煤板

过程中无级调速。机械传动装置都采用圆柱齿轮传动,其输出轴驱动牵引链轮。牵引电动机为隔爆型异步电动机。辅助装置包括挡煤板、喷雾降尘系统、拖缆装置和电气控制系统等。外牵引双立滚筒采煤机结构如上页图所示。

立滚筒能正面自行切入煤壁,其截齿是沿煤层层理截割破煤,破煤比能耗小,块煤出率大,但装煤效果较差,装煤消耗功率大。

主要类型 立滚筒采煤机按工作机构的数量可分为单立滚筒和双立滚筒两种。单立滚筒采煤机的立滚筒位于机身中部,工作面两端要人工开出切口。当采煤机往复采煤时,立滚筒需要双向转动,故要使用特殊的双向截割型的齿座和截齿。双立滚筒采煤机的两个立滚筒布置在机身两端,可以正面自行切入煤壁,不需要人工开切口。按机身的布置方式可分骑槽式(机身骑在工作面输送机中部槽上)、爬底板式(机身位于工作面输送机中部槽的煤壁侧)和跨槽式(机身位于工作面输

送机中部槽的采空区侧)三种。

主要技术参数

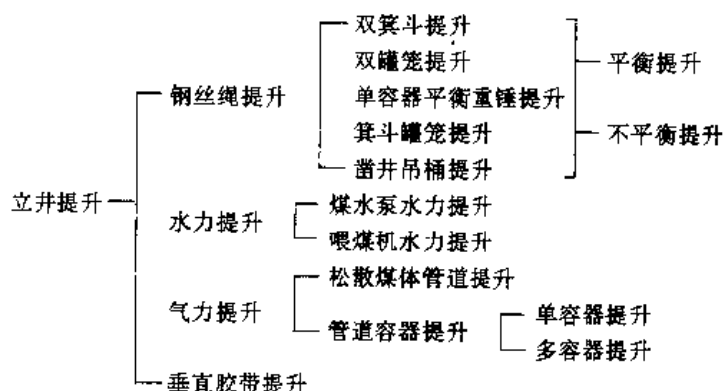
立滚筒采煤机的主要技术参数:

采高	0.7~1.2m
截深	0.8m
最大牵引力	150~200kN
电动机功率	65~132kW
外牵引部电动机功率	45~90kW
牵引速度	6m/min

(李昌熙)

lijing tisheng shebei

立井提升设备 (hoisting equipment in vertical shaft) 沿立井井筒(或盲井)提运煤炭、矸石、器材和升降人员的设备。立井提升方式及系统有多种,其所用设备各不相同。立井提升方式分为:



钢丝绳提升 由提升机带动钢丝绳牵引提升容器在井筒中升降的提升方式。其运动特点是以较高的速度(一般为5~20m/s)往返,周期、间歇地运动,提升速度、加速度、减速度按行程控制;设备功率大(一般在200~10000kW),用途广泛。对各种不同用途和使用条件的立井提升设备,钢丝绳的安全系数有具体的要求和规定,且装备完善的控制、保护、故障监视和检测装置及井底、井筒、井口、机房信号联锁系统,以确保提升设备安全、可靠地运行。

钢丝绳提升是使用最早、应用最广的提升方式,由早期的提水工具演变形成。中国于公元前一千多年发明桔槔、手摇辘轳,用以吸水,战国时已用作采矿提升工具。19世纪初,欧洲出现第一台蒸汽机拖动的单绳缠绕式钢丝绳提升机,后发展成电力拖动。随着开采深度的增加相继制造出摩擦式及多绳缠绕式钢丝绳提升机,服务于深井、大终端荷重的立井提升。

单绳缠绕式提升机和多绳摩擦式提升机,在世界范围内得到广泛应用。摩擦式提升机一般采用带尾绳的静平衡提升系统,缠绕式提升机一般不采用尾绳。在世界范围内已使用的钢丝绳提升机最大终端有效载荷达50t,最大提升高度达2400m。

立井双箕斗提升 采用双箕斗作提升容器,两箕斗各自连接在钢丝绳两端,上、下交替运行的提升方式。由提升机、箕斗、钢丝绳、导向轮(或天轮)、井塔(或井架)、罐道、装载、卸载等设备组成(下页图1)。

箕斗提升的优点是:装卸载自动化;矿车可以不升井,简化了井口布置;容器重量轻,电耗低。缺点是煤易破碎,不利于分类装运。双箕斗提升主要用于大、中型矿井的主井提升。至1992年,中国已使用的立井双箕斗最大有效载荷为32.5t。

立井双罐笼提升 采用双罐笼作提升容器,两罐笼分别连接在钢丝绳两端的提升方式(下页图2)。提

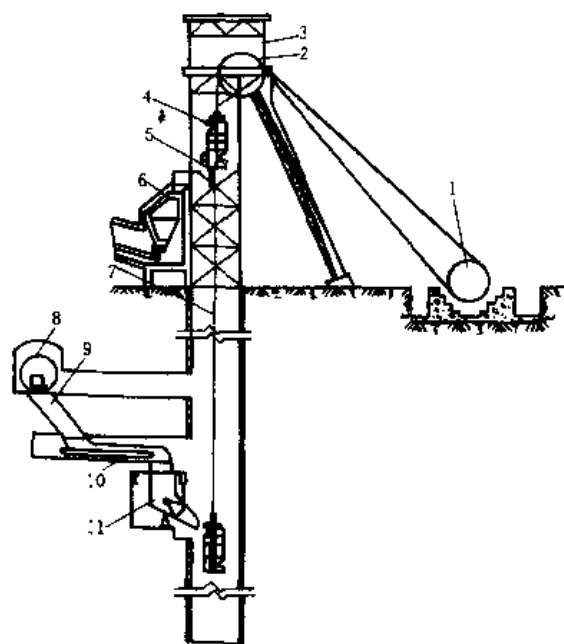


图1 立井双箕斗提升系统

- 1—提升机；2—天轮；3—井架；4—箕斗；5—卸载曲轨；
6—地面煤仓；7—钢丝绳；8—翻车机；9—煤仓；
10—给煤机；11—装载设备

升煤炭或岩石时，直接将装有煤炭或岩石的矿车装入罐笼内提升。装卸矿车设备有推车机、阻车器、摇台（或罐座、支罐机）等。罐笼提升的优点是适用面广，可兼作人员、设备、材料的升降和煤炭、矸石的提升。缺点是：矿车装罐装车时间长、重量大，生产效率低于双箕斗提升。双罐笼提升主要用于大、中型矿井的副井提升，在提升量较小或具体条件受到限制的矿井也用作提升煤炭。提升时，井口安全门、摇台、罐座等与提升信号有相应联锁。升降人员的单绳罐笼必须装有可靠的防坠器。

为适应综采设备及大型机电设备提运，罐笼结构向大型、宽型、轻型发展。

单容器平衡重（锤）提升 只采用一个提升容器，另一侧钢丝绳与平衡重连接的提升方式。工作时一次提升容器，另一次提升平衡重，交替进行。通常平衡重的重量为 $1/2$ 提升有效载荷加全部容器重量（对于罐笼，一般再加 $1/2$ 矿车重量），以使电机动力平衡。主要优点是便于多水平提升，有利于摩擦提升防滑。

箕斗罐笼提升 采用将箕斗和罐笼制成一体的提升容器，集两种容器功能的提升方式。特点是一套设备能完成矿井或某一水平的所有提升任务。缺点是自重

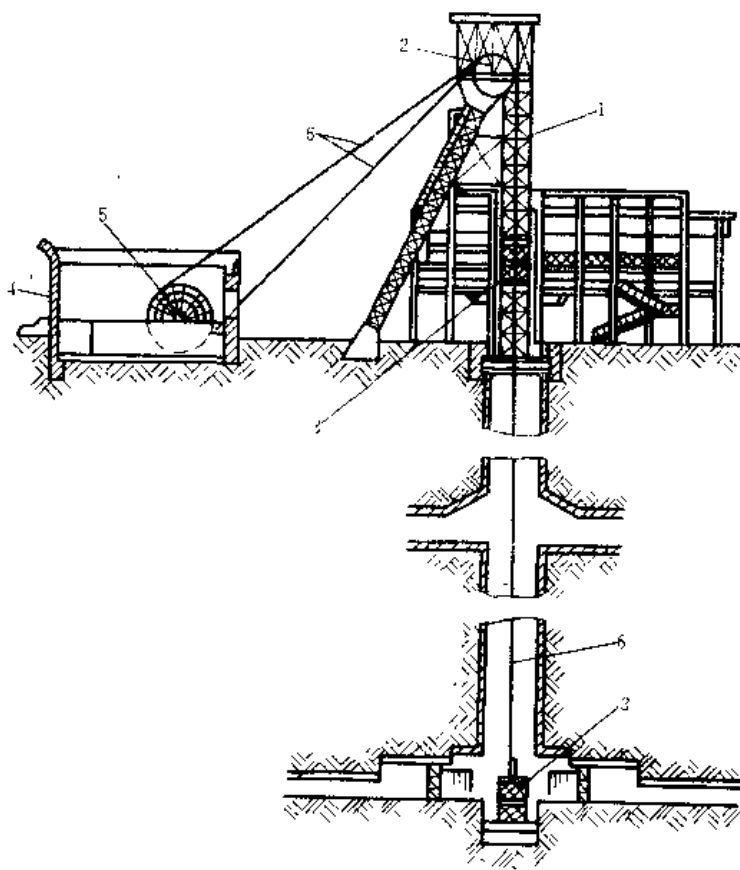


图2 双罐笼提升系统

- 1—井架；2—天轮；3—罐笼；4—提升机房；5—提升机；6—钢丝绳

大、结构设计困难,煤和人员混合提升时安全性较差,不利于实现自动化控制。现已投入使用的法国最大箕斗罐笼,一次有效提升量达30t。从安全角度考虑,中国允许使用带有乘人间的箕斗升降人员,但不采用箕斗罐笼作人、料混合提升。

凿井吊桶提升 以吊桶作提升容器,开凿立井或井筒延伸时采用的提升方式。吊桶可以升降人员、物料、泥沙及岩石。

钢丝绳提升 又可分为平衡提升和不平衡提升。平衡提升指提升过程中作用在卷筒轴上的静力矩基本不变的提升方式。不平衡提升指提升过程中作用在卷筒轴上的静力矩变化的提升方式。

水力提升 用水力机械通过管道输送煤和水的混合物,提升煤炭的方式。煤浆运动靠机械动力驱动,一般包括混合、输送和脱水3个环节,主要用于水采矿井。水力提升运输连续、环节少、基建投资省和易于自动化。但增加了混合和脱水作业,用水量大,脱水和废水处理复杂,提升效率低。选择合理的流速、浓度、粒度级配及管路状况是改善水力提升经济效益的主要途径。依设备类型不同,分煤水泵水力提升和喂煤机水力提升两种。

煤水泵水力提升 通过煤水泵将煤浆升压,使其具有克服管道阻力和位势高差的压能,完成煤浆的提升方式。中国水采矿井主要采用煤水泵水力提升方式。煤水泵即排送煤浆的泵,有多级煤泥泵及大粒度煤水泵两类。煤泥泵的排煤粒度通常为3mm左右,煤水泵排煤粒度一般为30~50mm,最大为100mm。目前尚缺少科学确定合理经济流速的可靠方法,中国采用2.5m/s左右,平均煤水比约为1:3。煤水泵和煤水管易磨损,采用耐磨合金制造叶轮和在泵壳内镶嵌耐磨合金衬套,可以提高泵的寿命。

喂煤机水力提升 利用水力冲刷或机械传送的方法把浓煤浆(或原煤)先喂入置换器,然后靠清水泵(或污水泵)将容器中的煤送至煤浆管道,输送到井上的提升方式。喂煤机指将煤炭送入输煤管道进行水力运输或提升的设备。它种类较多,实际应用主要是仓式、管式和罐式。与煤水泵水力提升比较,具有排煤粒度大、块煤率高、煤泥量少且清水泵的效率比煤水泵高。但来自工作面的煤水混合物需进行脱水、浓缩后再装煤;喂煤时排放大量置换水;井下需要进行污水(煤泥)处理,系统复杂。

气力提升 将压气流作为载体,以一定速度将散碎煤(或容器盛装)通过管道提升到地面的提升方式。它初期投资少,设备简单,易于安装和操作,占用空间及人员少,运输提升系统单一、连续,但能耗较大。气

力提升虽已有少量应用,但有关提升方式、合理流速及密封、磨损及堵塞等问题尚处于试验研究阶段。

松散煤体管道气力提升 散碎煤与压气流组成的混合物,沿管道输送到地面的提升方式。通过风闸给料机将煤送入有高速气流的管道中(气流的产生是依靠在井底安装强制排风的鼓风机),以一定速度将煤炭提升到地面旋流器内,煤、气分离后,煤经胶带送入选煤厂或地面存贮仓。英国1977年安装第一台气力提升装置,之后有数台在老井改造中投入使用,担负矿井总提升量的20%~30%,提升高度达473m,风速30m/s,小时提升量90t,煤的粒度13~25mm。高能耗,高磨损及管道可能出现堵塞是这种提升方式的主要问题。英国采用可更换的淬硬钢垫,解决磨损及维修。

管道容器气力提升 用低压气体作载体,推动大载量容器沿垂直管道将煤炭提运至地面的提升方式。这种系统运输量大,货载块度不受限制,比松散煤体管道气力提升磨损小。作为水平输送系统在前苏联、日本已有应用。但作为立井提升方式,其运动学参数、气动力学及热力学等相关问题尚在试验研究中。

垂直胶带提升 利用大倾角胶带输送机在井筒中垂直提升煤或岩石的提升方式。主要设备有波形挡边横隔板胶带输送机(Flexowell belt conveyor,图3)和压带式胶带输送机(Sandwich belt conveyor)。

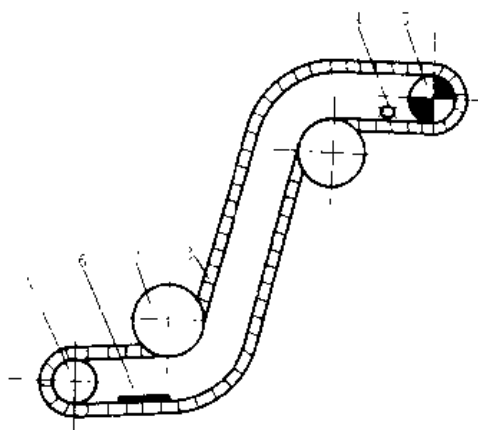


图3 波形挡边横隔板胶带输送机示意图

1—尾部落筒;2—胶带;3—改向滚筒;4—振打式胶带清扫器;
5—驱动滚筒;6—胶带背面清扫器

波形挡边胶带(下页图4)由波形挡边、横隔板与基带间形成的口形容积运载煤炭。

压带式利用主胶带和盖胶带的张力及附加在胶带上的背压,夹持煤炭同步垂直提升。机身垂直部分设密

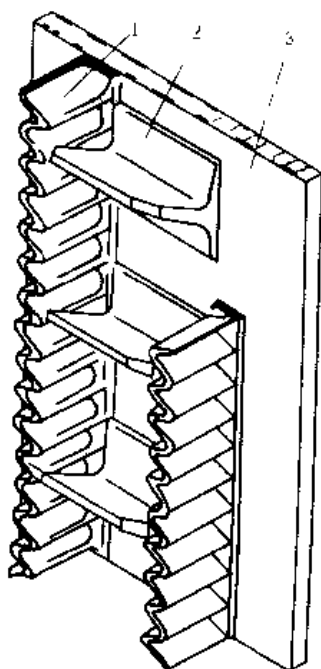


图4 波形挡边胶带

1—波形挡边；2—横隔板；3—基带

封箱,由专用风机供风,以保证必要的背压和良好的密封。

垂直胶带提升为连续运输,生产率高,占地面积小,总体投资和运行费用低,机器结构简单,操作维修方便。适用于露天矿坑及中等深度以内的立井提升。

80年代初,垂直胶带提升已在德、美等国立井提升中应用。已生产的波形挡边胶带输送机生产率达1000t/h,矿石块度达400mm,最大带速8m/s,垂直提升高度104m。美国已用生产率726t/a、提升高度72.6m的压带式垂直胶带输送机提升煤炭,80年代中期开始,中国在港口、化工、矿山、粮食等部门研制使用垂直胶带提升物料,现已制造生产率为10~1200t/h,提升高度80m的波形挡边胶带输送机和生产率450t/h、提升高度60m的压带式胶带输送机。

参考书目

- 严万生译,《现代提升设备》,煤炭工业出版社,1983。
洪允和,《水力采煤》,煤炭工业出版社,1988。
P·G·Rowe, Pneumatic Hoisting for Mining Applications, Proceedings of International Conference on Mining Machinery Part I Brisbane Australia, 1979.

(孙玉蓉)

lizhuashi zhuangzaiji

立爪式装载机 (vertical-arm loader) 用立爪作工作机构的装载机械。从上方及两侧扒取爆落的岩石,经自身的转载机构卸载的装载机械。适用于铁路隧道、煤矿、冶金矿山的巷道和平硐施工,连续装载能力一般为90~180m³/h。

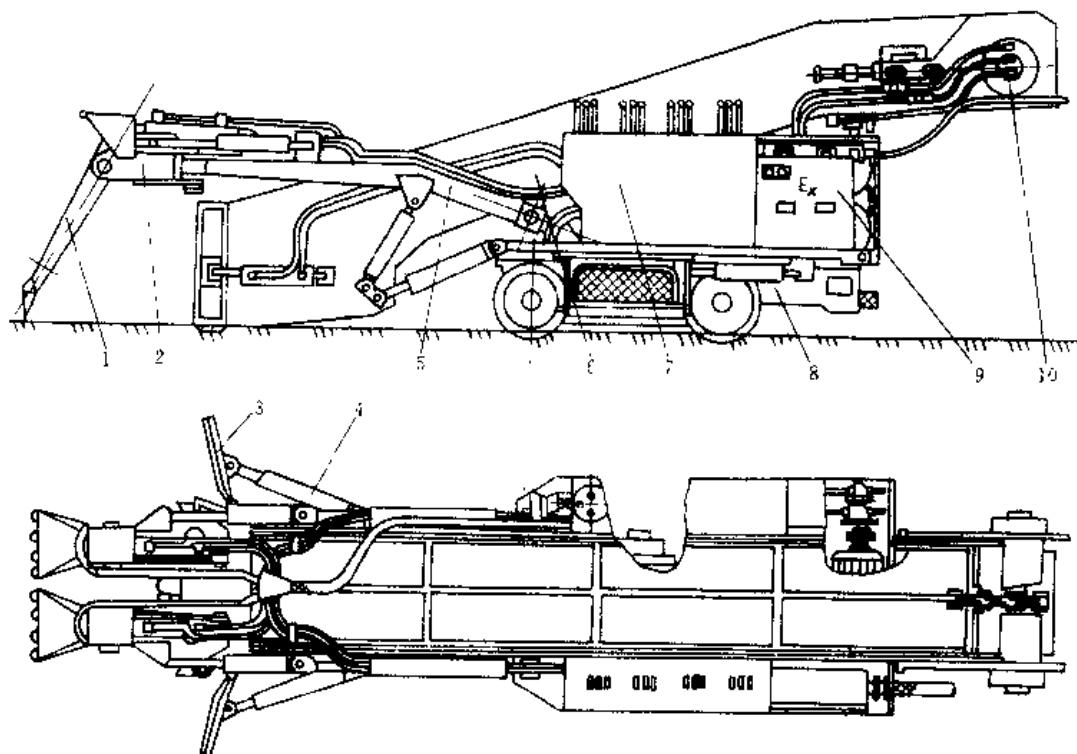
基本结构 立爪式装载机主要由工作机构、输送机、行走机构和操纵机构等组成(见下页图)。

工作机构 由大臂、小臂、立爪和液压缸等组成。有单立爪式和双立爪式两种结构,多数采用双立爪式。

大臂由钢板焊接而成的U形框架结构。它的末端固定在输送机机架两侧伸出的轴头上,联接形式一般采用对开轴承座。大臂在液压缸的驱动下,可灵活地绕轴心转动,实现立爪的升降运动。工作机构采用双立爪时,大臂上对称地装有两个小臂,每个小臂上装有一个立爪,小臂由液压缸驱动可向外、向内回转,以扩大装载宽度。为了使两个立爪在受力不均时仍能同步工作,在多路换向阀通往驱动立爪的两个液压缸之间加上一个同步液压缸,或者采用分流阀分配给这两个液压缸相等的油量,并使两个液压缸的操纵手柄采用联动控制。工作机构为单立爪时,单立爪布置在大臂的中部,通过回转机构可使立爪向左、向右回转。立爪的爪尖由爪齿和插座组成。爪齿和插座磨损后均可更换。

输送机 是一台刮板输送机,由机架、驱动装置、积渣板和刮板链等组成。机架前端绕液压缸(或调高丝杆)的支承轴升降时,其末端相应升降一定幅度,有利于卸料。操纵机架后部的液压缸(或调高丝杆)也可使输送机的末端升降。调整机器的运行高度使卸载高度与输送设备相适应。输送机的前端两侧装有积渣板,依靠液压缸回转,与输送机机架相互配合,将零散的物料聚积成堆以清理巷道底板。输送机的驱动装置大多为电-液驱动,布置在输送机的末端。

行走机构 按行走方式分为轨轮式、轮胎式和履带式三种,其中轨轮式行走机构用得较多。轨轮式行走机构由行走驱动装置、回转盘和液压缸等组成。行走驱动装置大多采用电-液驱动,由液压马达通过齿轮减速器驱动轮对转动。其特点是前后车轮都可作为主动轮,一旦其中一对车轮出轨,可以利用行走机构和工作机构将车轮复位。回转盘由上盘、下盘和钢球组成一个推力轴承,下盘固定在齿轮减速器上,上盘的上平面安装输送机、工作机构和操纵机构等。操纵液压缸使上盘转动时,以上各部件都随着回转,以扩大扒取范围。在机器运行到弯道时,亦能借助回转盘使机器在较小的弯道中通过。轮胎式行走机构的特点是由传动装置驱动轮胎使机器运行。履带行走机构通常由两只液压马达



立爪式装载机示意图

1—立爪；2—小臂；3—积渣板；4—液压缸；5—大臂；6—机架；7—液压操纵阀；
8—行走驱动装置；9—防爆电控箱；10—驱动装置

分别驱动左、右履带的链轮，实现机器的前进、后退和转弯等动作。

操纵机构 包括液压和电气两部分。液压部分由液压马达、油泵、油箱、液压操纵阀、液压缸等液压元件及管路等组成；电气部分均为隔爆型，由电动机、电控箱和照明灯等组成。多数立爪式装载机采用全液压控制，即机器的全部动作均通过操纵液压控制阀手柄来实现。少数以电力或压缩空气为动力的立爪式装载机采用电气控制或气动控制，即通过操纵隔爆按钮或气动控制阀来实现机器的动作。

工作原理 装载机接近料堆时，使立爪由外向内摆动一定角度抓取物料，装入输送机，由刮板链把物料从输送机前端运到末端，卸入转载设备或直接卸入矿车。工作机构装载物料的过程如下：大臂升起，立爪向外张开（小臂回转亦可同时进行），大臂落下，立爪向内抓取物料（小臂回转亦可同时进行），四个动作依次交替进行，也可以两个动作同时进行。

立爪式装载机装载阻力小，功率消耗少，装载连续、平稳，生产率高；立爪工作时的受力方向与机器前进方向相同，受力状态合理。轨轮式立爪装载机工作时不存在冲插和前后频繁移动的弊病，易与凿岩台车、梭

式矿车或其它转载设备配套使用，组成机械化作业线。

简史 立爪式装载机是瑞典于20世纪70年代初期研制成功的。中国于1973年进行研制，已形成系列，在铁路、隧道掘进中应用较多，煤矿亦有少量使用。

（谢时旺）

lianxu caimeiji

连续采煤机 (continuous miner) 又称掘采机。用正面切削式工作机构，在一定宽度和高度的煤体上沿前进方向破落煤炭，并集破煤、装煤、转载于一体连续作业的采煤或掘进的机械。适用于房式、房柱式或短壁式开采的采煤工作面，也可用于煤巷掘进。要求开采煤层的顶底板较稳定、倾角平缓、顶板能用锚杆支护。

基本结构 由主机架、截割部、行走部、集装头、转载部、液压系统、降尘灭火装置和电气控制系统等组成，有的采煤机还设有瓦斯监控、机器运行状态检测装置、液压锚杆钻机等。

主机架 联接截割部、行走部、集装头和转载部等主要部件的骨架。机架由钢板焊接而成，有整体式和分



体式两种,后者用高强度螺栓联接。

截割部 由电动机、传动装置、摇臂架、工作机构组成。

行走部 由驱动机、传动装置和行走机构组成。驱动机有直流电动机、三速交流电动机和液压马达三种。目前广泛使用的是直流电动机。行走机构通常采用履带。

集装头 收集落煤并喂入转载部的部件。由电动机、传动装置、集装机构组成。集装机构使用较多的是铲板加扒爪或带凸筋的圆盘,也有在铲板左、右两侧各安置一套短刮板链输送机构或螺旋输送机构,有的薄煤层连续采煤机只用铲板。

转载部 一般使用滚子链式刮板转载部,设在机器中央,与集装头合用电动机驱动。刮板转载部机身分为机头、过渡槽、中部槽和机尾四节,可以上下调节高度,机尾又可左右摆动 45° ,以调整卸载位置。

液压系统 具有使工作机构升降或摆动、集装头升降、转载部升降及摆动、支撑油缸升降等功能,有的还设置行走部、锚杆钻机液压系统。液压系统的主要元部件为电动机、油泵、油箱、油缸和各种控制阀组。

降尘灭火装置 一般采用喷雾水降尘,其供水系统与各电动机冷却系统相合并,利用电动机冷却水经抑尘器上喷嘴喷出,以降低煤尘。根据需要,压力水还可直接供灭火喷嘴喷出,以抑制可能引起火灾的火花。主要由水过滤器、各种控制阀、抑尘器、喷嘴组成。现代连续采煤机除上述装置外,还配有水床式除尘器,除尘器包括电动机、风机、排污泵、除雾器和喷嘴等。

电气控制系统 除就机控制系统外,还有直视控制和无线电遥控系统。一般设有行走安全开关、行走控制杆、紧急停车开关、切断整个机器和切断截割部电动机电源的断路器、转载部刮板链反向运转开关等电气设备。有的还设有信息微处理器,以检测机器运行状态。

分类 连续采煤机按其工作机构结构形式和工作方式可分为钻削式、截链式、螺旋钻式和滚筒式四种。目前广泛使用的是螺旋钻式和滚筒式两种连续采煤机。

钻削式连续采煤机 以钻削头为工作机构的连续采煤机。具有两个或多个绕垂直于煤壁水平轴线转动的平行钻削头,钻削头之间搭接交错,且以相反方向转动。采煤机向前推进时,可以切出长圆形断面。钻削式连续采煤机是连续采煤机最早机型,在50~60年代曾有较大发展,因其对煤层的适应性差,机器笨重,调动困难,现已很少应用。

截链式连续采煤机 以截链式截割头为工作机构的连续采煤机。具有一个可上下摆动的多截链式截割头,其上下链轮轴线平行于煤壁。多截链式截割头兼有割煤和装煤功能。工作时,截割头向前推进,并沿煤层底板割煤,达到一定深度后,再向煤层顶部割煤,截落的煤由截链送至转载部输出。该机是连续采煤机较早被推广应用的机型,具有工作机构机动性好,可适应各种开采条件的优点,但结构复杂,维护成本高,推进时不能在工作位置良好地进行装料,由于截割头切割面积有限,开采能力低。60年代初已基本被淘汰。

螺旋钻式连续采煤机 以螺旋钻为工作机构的连续采煤机。具有两个绕垂直于煤壁水平轴线转动的平行螺旋钻。两个螺旋钻可升降,且能左右摆动。工作时,行走部向前推进一个截深,螺旋钻端面的截齿将煤破碎,并由螺旋叶片送出,然后螺旋钻摆动或升降,利用装在螺旋叶片外围上的截齿侧向破落煤体,破落的煤由两螺旋钻同时集装入转载部。从50年代中期造出第一台样机以来,经过多次改进和发展,目前有两种机型,主要区别在于采煤机的行走方式:①应用重型铰接式千斤顶及牵引绞车;②应用履带行走部。这类机器适用于开采薄煤层。

滚筒式连续采煤机 以绕平行于煤壁的水平轴线转动的滚筒为工作机构的连续采煤机。截齿沿滚筒外圆面按一定规律配置,通常由上向下割煤。采煤机工作时,机器向前推进,在煤层顶部掏槽达到一定深度,再向下采煤,破落的煤块同时由集装头装入转载部运出。滚筒式工作机构通常是在摇臂架的左右出轴上各安装一只滚筒,为解决两滚筒之间的支撑和驱动所形成的切割空缺段,50~60年代曾使用摆动式工作机构,摇臂升降时,同时左右摆动,以切除空缺段形成的煤芯。目前使用三种工作机构形式:①工作机构分成三段,两端为滚筒,中间为带截齿的截链,截链同时也作为传动链,驱动滚筒转动,是目前使用最广的形式。②工作机构分成三段,减薄中间双支撑臂架宽度,有的在臂架上还安装指状梳形截齿,摇臂架升降时破碎煤芯,结构虽简单,但只适用于开采脆性煤。③使用左、右两个由定速万向接头驱动的斜置式滚筒,截割时不形成煤芯。现用的滚筒式工作机构宽度一般是固定的,也有宽度可伸缩的,以利于机器后退时滚筒与两侧煤帮之间留有间隙。滚筒式连续采煤机是目前普遍使用的连续采煤机已成系列,适用于开采薄、中厚和厚煤层。

主要技术性能

采高 适应于各种煤层厚度,可采0.7m薄煤层至4~6m厚煤层。

采宽 一般在2.5~3.3m,最大达7.7m。

生产能力 螺旋钻式为 3.2~7.3t/min, 滚筒式为 4~25t/min。

功率 总功率一般在 200~500kW, 个别机型达 615kW。

机重 一般在 20~40t, 重型机达 76t。

简史和发展趋势 早在 20 年代初, 美国为改变煤矿劳动密集程度高和提高采煤机械化水平, 开始研制破煤和装煤连续作业的采煤机械。至 1926 年制成连续采煤机锥型马克林莱 (Makinlay) 掘进机, 经改进, 于 1940 年研制成第一台钻削式连续采煤机——玛丽塔 (Marietta) 采煤机。此后, 连续采煤机处于旺盛发展阶段, 出现多种类型, 1948 年制成截链式连续采煤机, 获得推广; 1950 年出现摆动滚筒式连续采煤机; 1955 年生产适用于开采薄煤层的螺旋钻式连续采煤机。近 20 年, 连续采煤机已日臻完善, 并向综合化、大功率、安全、高可靠性方向发展, 现已有带机载锚杆钻机的集破煤、装煤、转载、支护在一起的连续采煤机; 由遥控和监测两部分组成的自动化监控连续采煤机; 大功率以至可截割软岩的连续采煤机。

(王永达)

liandaishi shusongji

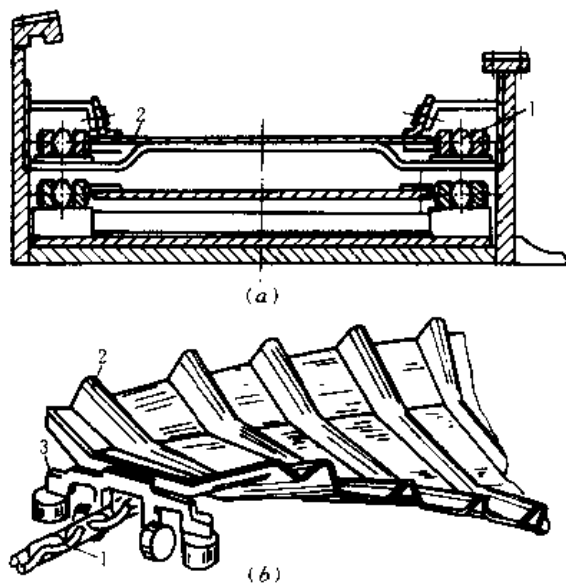
链带式输送机 (chain-belt conveyor) 以牵引链作为牵引件, 输送带作为承载件的输送机。适用于煤矿井下巷道弯曲与起伏不平的工况条件下运送煤炭与矸石。

该机特性是: ①输送带不承受牵引力, 只起承载物料的作用, 因而可选用强度等级较低、使用寿命长、损坏段可局部更换的输送带。②输送倾角大, 特殊型输送带的链带式输送机一般均超过 25°, 最大可达 90°。③可沿着空间弯曲线路运送物料。弯曲半径最小可达 4.5m。④配置中间驱动装置后, 可以延长输送长度。⑤通过侧翻装置可以中途卸料, 实现一台输送机运送多种物料。⑥结构复杂、笨重; ⑦输送速度受到链传动的限制, 一般不高于 2m/s, 满足不了大输送能力的要求; ⑧输送带面清扫困难。

工作原理 由电动机经联轴器、减速器传递动力给传动链轮, 再由传动链轮带动牵引链与输送带沿确定的输送线路作循环运行, 由此将输送带上的物料自装载点连续不断地运至卸载点。

分类 按照输送带表面形状, 链带式输送机可分为平面与特殊形状面两类 (见图)。也可按照牵引链数量分为单链与双链两种。

基本结构 链带式输送机主要由机头、中间架 (或中部槽)、牵引链、输送带、机尾以及电气控制与保护



链带式输送机

a—平面输送带; b—特殊型输送带

1—链条; 2—输送带; 3—滚轮车架

装置等部件组成。

机头 包括驱动装置、机头架、传动链轮、导向滚筒与清扫器等部件。驱动装置是输送机的动力源, 可安装在机头架的任一侧, 主要由电动机、联轴器、减速器组成。在大倾角输送时, 驱动装置必须配备制动器或逆止器。

中间架 是牵引链、输送带与物料的承托和导向体。包括直中间架、过渡架 (垂直方向弯曲)、转向架 (水平方向弯曲) 与螺旋架 (垂直与水平二个方向弯曲) 4 种。

牵引链 包括链条、滚轮车架 (或托板) 等部件。链条有圆环链与片式链两种, 滚轮车架 (或托板) 通过联接件安装在链条上。牵引链的作用是传递动力和带动输送带与物料位移。

输送带 只起承载物料作用。材质一般为橡胶或塑料, 须经安全性能检测合格后才能下井使用。为增加输送带的横向刚度, 特殊形状输送带内安放有薄钢板。特殊形状输送带带有凸棱、挡板与波纹形三种, 一般不采用整条长输送带, 而是由若干段短输送带用联接件联接而成。平面输送带的输送倾角较小, 一般不超过 16°。特殊形状输送带的输送倾角较大, 一般可超过 25°, 挡板输送带可达 90°。牵引链与输送带之间的联接通常采用联接件, 但也有依靠固定在牵引链上的托板与输送带之间的摩擦力来联接。

机尾 包括机尾架、回转链轮、导向滚筒与张紧装

置等部件。张紧装置的作用是使牵引链保持一定的预张力,一般采用丝杠张紧,少数用油缸(或气缸)张紧。

电气控制与保护装置 电气控制必须满足输送机启动、正常运转与停车等各种工况所规定的要求。为了防止事故发生,输送机须配备各种保护装置,尤其在较大倾角运输时,必须配备断链保护装置。

简史 20世纪50~60年代,德、美、法、日与苏联等国都曾在煤矿井下运输系统中使用过链带式输送机,后逐渐被带式输送机所取代。目前仅限于在小直径大转角拐转或输送倾角大于 25° 等有特殊要求的地方才使用链带式输送机。60年代末,中国煤矿井下使用第一台带中间驱动的可伸缩链带式输送机,铺设在顺槽与下山运送原煤,顺槽与下山之间呈 90° 转角。该输送机主参数为:输送能力 250t/h ,输送长度 532m ,输送带宽度 800mm ,输送速度 1.2m/s ,功率 $2 \times 40\text{kW}$,最大输送倾角 33° ,最小弯曲半径 4.5m 。

(吴明龙)

liawei jiance zhuangzhi

料位检测装置 (bunker level detector) 用来检测料仓内物料位置的设备。一般由探测器、信号转

换器、电源等部分组成。按检测物料的种类不同可分为液位、颗粒料位等检测装置;按检测功能可分为定点式、连续式检测装置;按原理可分为电容式、重锤式、雷达式、超声式等。

重锤式料位计 由检测机构、电源控制箱、主控仪表等组成。以钢丝绳(或钢带)悬挂重锤,从起始位置下放重锤,重锤遇物料后上提,测量下放与上提之间绳(或带)的长度,即代表料仓的空仓距离。工作原理如图1所示,此类检测装置的主要技术指标:

测量范围	$0 \sim 25 \sim 50\text{m}$
测量精度	$\pm 0.1\text{m}$
重锤升降平均速度	0.29m/s

由于重锤有被下卸物料碰砸或埋住的可能,故一般在液体仓或粉料仓应用较好。

雷达料位计 一般由雷达探测器、显示控制单元和电源三部分组成,系统构成如下页图2所示。其工作原理是利用微波脉冲发射至料仓料面,物料表面的移动对反射波进行调制,调制的反射波被雷达探头接收,测出从发射至接收所需的时间,再由时间换算成距离。主要技术指标:

雷达探头输出功率	不大于 25mW
----------	-------------------

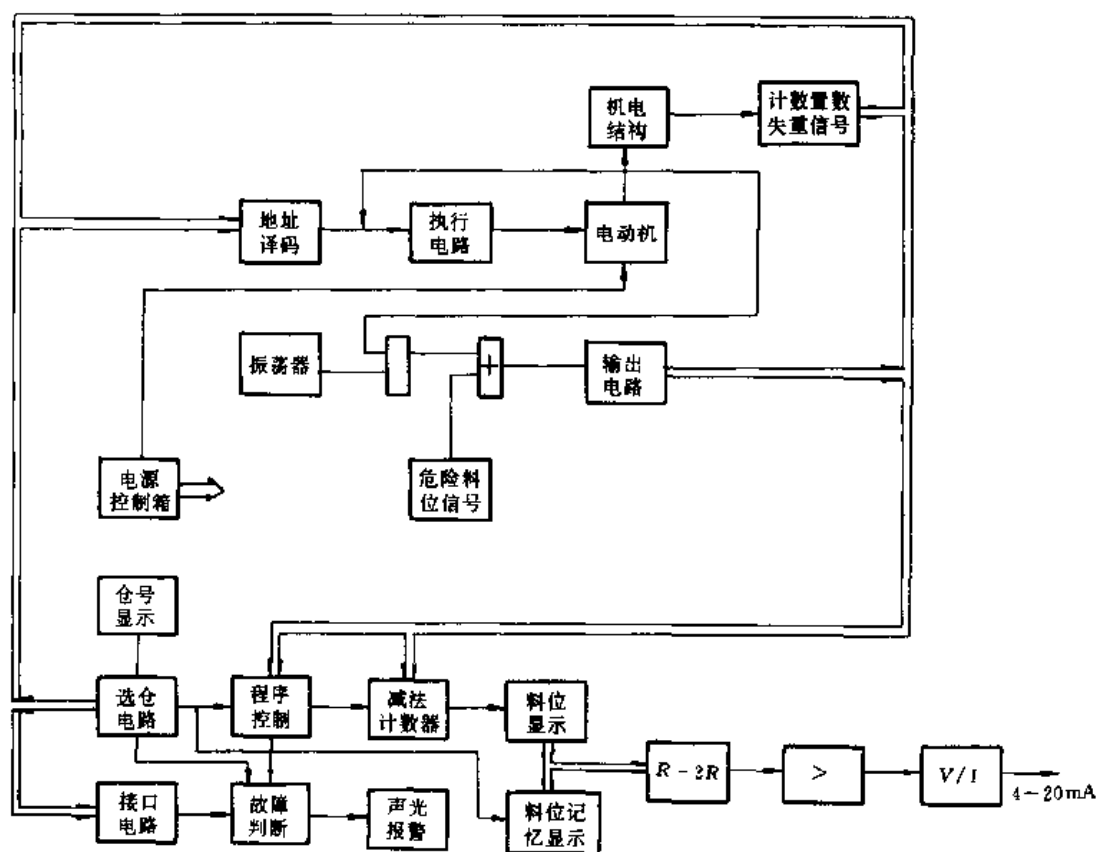


图1 重锤式料位计工作原理框图

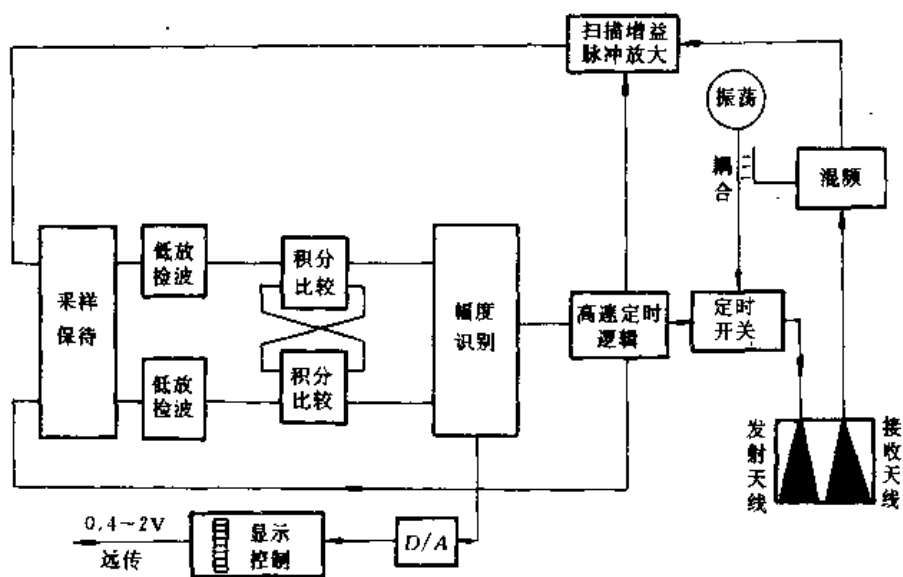


图2 雷达探头及微波系统构成框图

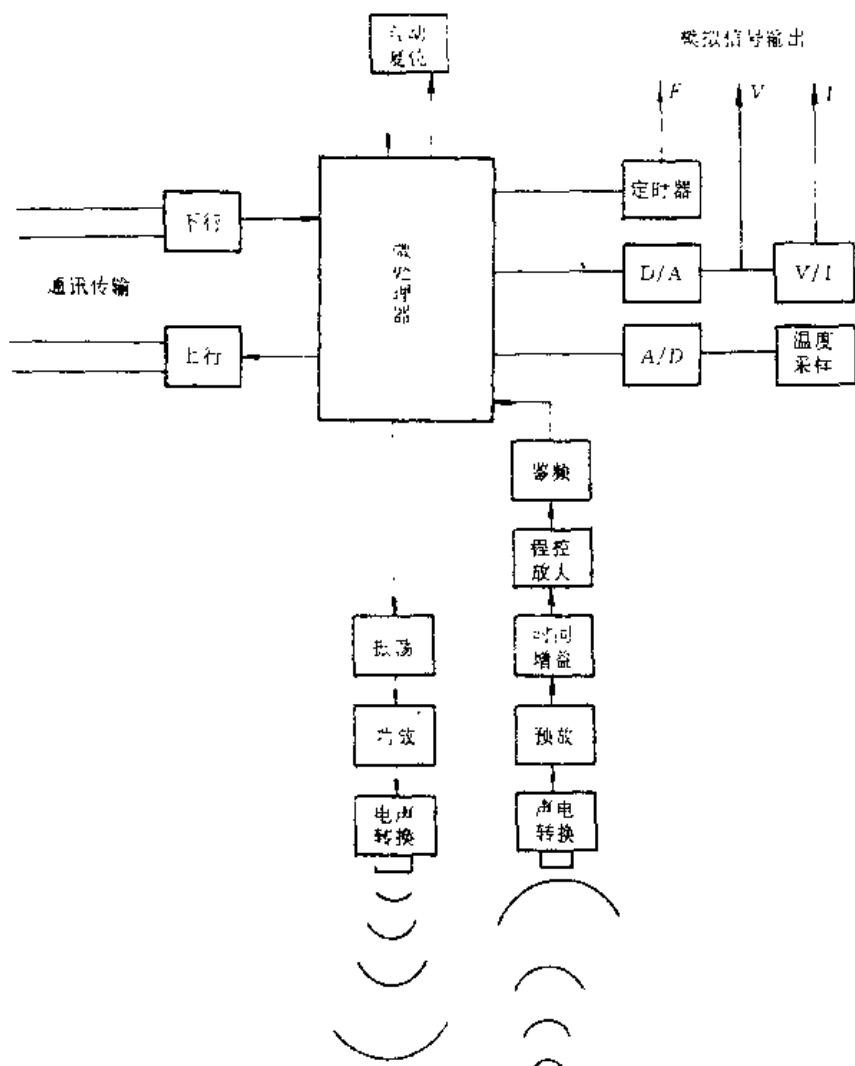


图3 超声料位计工作原理框图



射束角	$<20^\circ$
工作频率	13.4~14GHz
天线增益	$\geq 20\text{dB}$
脉冲重复率	1~5MHz
测量精度	15~30m, 煤仓深度的 10% 30~100m 煤仓深度的 5%

超声料位计 一般由换能器、控制与信号转换器、显示报警单元和电源等部分组成。利用声波测距原理, 将一调制的超声波电脉冲, 经电—声换能器转换成超声波之后向被测料面发射, 与此同时开始计时, 超声波遇到料面后产生漫反射, 反射声波回到换能器, 再经过声—电转换成电信号, 同时计时止 (见上页图 3)。按如下公式计算

$$L = Ct/2$$

式中 L 为换能器与料面间的距离; C 为声波在空气中的传播速度; t 为声波从换能器到料面间往返所需的时间。

通过微处理器计算得出料位值, 以数字显示在仪表上, 或转换成标准模拟信号传输给监测系统。因此该装置为非接触式、连续测量料位的装置, 可广泛应用于液位或颗粒料位的测量。

主要技术指标:

测量范围	0~10~20~30~40~50m
测量精度	1% (满量程、镜面反射)
工作频率	18~25kHz
模拟信号输出	4~20mA 或 200~1000Hz

(王道孔)

loudian baohu

漏电保护 (earth-leakage protection) 电网的漏电流超过某一设定值时, 能自动切断电源或发出报警信号的一种安全保护措施。低压电网中的漏电保护可以防止人身触电伤亡事故; 高压电网则不能完全防止人身触电伤亡事故, 但可提高电网和设备的安全性。所以, 在高压电网又称此为单相接地保护。漏电保护的设定值一般为: 低压电网以防止人身触电伤亡为宗旨; 高压电网则以设备安全及阻止故障蔓延为目标。

简史 1930 年, 英国煤矿井下低压电网采用了变压器中性点直接接地和零序电流原理的漏电保护装置。由于中性点直接接地电网, 当单相接地时会产生较大的接地电流, 危及井下安全, 不久就停止使用。1949 年, 苏联开始应用中点绝缘和附加直流电源监视绝缘原理的漏电保护装置。中国 50 年代从苏联引进了这种漏电保护装置, 后来又继续自行研究, 设计了采用该原理的漏电保护装置。70 年代初, 中国开展了采用零

序电流和零序功率方向原理的选择性漏电保护的研究工作, 现已得到了广泛应用。

漏电流计算 煤矿供电网的漏电流可以用漏电流计算等效电路图 1 来计算, 当电网某相 (如 A 相) 发

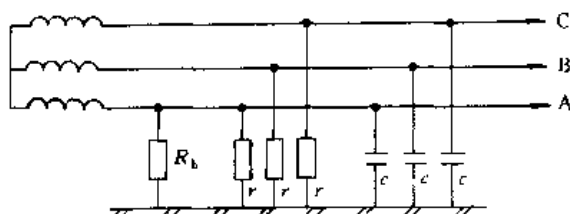


图 1 漏电流计算等效电路

c —电网每相对地分布电容等效值, F;
 r —电网每相对地绝缘电阻等效值, Ω ;
 R_k —漏电点的漏电阻, Ω

生漏电 (或人身触电) 时, 电网三相对地阻抗不相等, 因此, 电网中便出现零序电压。零序电压 U_0 可由下式来计算:

$$\dot{U}_0 = \frac{-\dot{U}_A \cdot Z_0}{3R_k + Z_0} \quad (1)$$

$$Z_0 = \frac{-jX_c \cdot r}{r - jX_c} \quad (2)$$

式中 \dot{U}_A 为漏电故障相相电压, V; Z_0 为电网每相对地零序阻抗, Ω ; X_c 为电网每相对地容抗 ($X_c = 1/\omega c$), Ω ; ω 为交流电角频率 ($\omega = 2\pi f$), Rad/s。 U_0 的有产值为

$$U_0 = \frac{U_A}{\sqrt{\left(\frac{3R_k}{X_c}\right)^2 + \left(1 + \frac{3R_k}{r}\right)^2}} \quad (3)$$

式中 U_A 为电源相电压有效值, V。零序电流 I_0 为

$$I_0 = \frac{\dot{U}_0}{Z_0} = \frac{-\dot{U}_A}{3R_k + Z_0} \quad (4)$$

漏电点的漏电流 (或人身触电电流) 为

$$I_k = \frac{3\dot{U}_A}{3R_k + Z_0} \quad (5)$$

漏电流的有效值为

$$I_k = \frac{U_A}{R_k \sqrt{1 + \frac{r(r+6R_k)}{9(1+r^2\omega^2c^2)R_k^2}}} \quad (6)$$

井下电网漏电保护的作用 ①防止人身触电伤亡事故。人身触电的危险程度主要与流经人身的电流、路径、人身电阻、触电的持续时间、作用于人身的电压、电流的频率、人的健康状态有关。其中起决定作用的是触电电流和触电持续时间。在中国, 采用 $1\text{k}\Omega$ 作为人身电阻来计算通过人身的电流大小, 并取通过人身的

电流和时间的乘积 $30\text{mA} \cdot \text{s}$ 作为安全极限值。②降低接地电弧和电火花引爆瓦斯的可能性。当电弧或电火花的能量大于 0.28mJ 时,在一定瓦斯浓度(8.5%)下,就有可能引爆。一般说来,点燃瓦斯的电火花能量越小,持续时间越短,则引爆的可能性越小。漏电保护目前虽还不能完全杜绝接地电火花引爆瓦斯,但由于它可大大缩短漏电流的存在时间,阻止漏电故障的进一步恶化。因此,可降低引爆瓦斯的可能性。③防止电气设备因漏电而绝缘恶化,形成相间短路,引起井下电气火灾事故等。④防止电气雷管先期引爆事故。

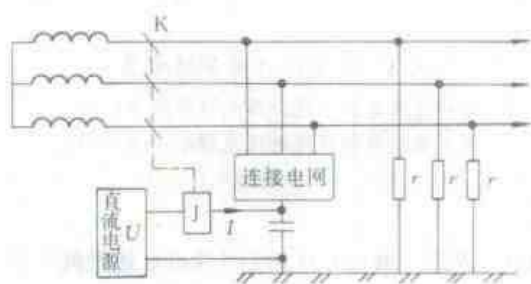


图2 附加直流电源漏电保护原理图

U —附加直流电源电压, V

基本原理 用于井下电网的漏电保护原理,主要有以下几种:附加直流电源原理、零序电压原理、零序电流原理、零序电流方向原理(也叫零序功率方向原理)、谐波电流方向原理和附加中频电源原理。

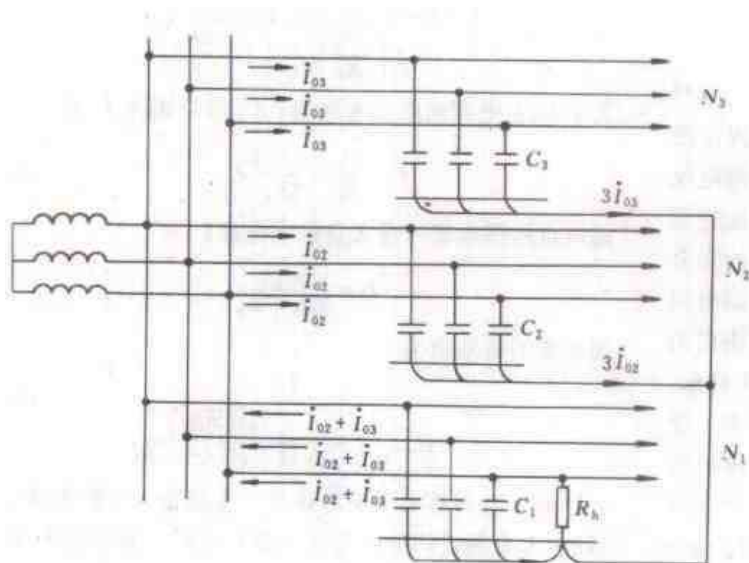


图3 零序电流分布图

N_1 —漏电故障支路; N_2 、 N_3 —非漏电故障支路

附加直流电源原理 向电网人为地加一直流电源来检测电网的对地绝缘电阻,当电网的绝缘电阻低于某一设定值时,能自动切断电源的一种漏电保护(图2)。附加直流电源电流 I 可按式(7)计算。

$$I = \frac{U}{R_t + r_z} \quad (7)$$

$$r_z = \frac{1}{\frac{1}{r_A} + \frac{1}{r_B} + \frac{1}{r_C}} \quad (8)$$

式中 R_t 为漏电继电器等效电阻。

因此,电网的对地绝缘电阻可由下式计算

$$r_z = \frac{U}{I} - R_t \quad (9)$$

式(9)中, R_t 对某一漏电继电器而言是不变的, U 也是不变的, r_z 可由附加直流电流 I 间接反映出来,当 I 超过某一设定值,亦即 r_z 低于某一设定值时,使馈电开关 K 自动切断电源,达到漏电保护的目的。附加直流电源的优点有:①能连续地对电网的绝缘进行监视;②既可反映电网的不对称漏电故障,也能反映电网的对称性漏电故障;③漏电保护动作电阻值稳定,这可以从式(9)看出,动作电阻与电网的分布电容大小无关。缺点是:漏电保护没有选择性。电网中任何处发生漏电故障都将切断整个电网的电源。

零序电压原理 在中性点绝缘的电网中,当电网发生单相漏电时,电网由于三相对地阻抗不平衡而有零序电压。用零序电压的大小来推断是否有漏电故障的方法叫零序电压原理。由式(1)可见,对一定的零序阻抗 Z_0 的电网而言,单相漏电电阻越低、零序电压越高。零序电压原理有以下缺点:①动作电阻值不稳定;②不能反映电网的对称性漏电故障;③动作无选择性。优点是:实施简单可靠,它主要用于电网不对称绝缘监视,现多用于地面 $6(10)\text{kV}$ 高压电网。

零序电流原理 比较各馈电支路零序电流的大小来判断漏电故障支路的方法。当电网中某馈电支路发生漏电时,各馈电支路的零序电流如图3所示。在馈电支路首端,如忽略绝缘电阻 r 的影响,对非故障支路 N_2 、 N_3 的零序电流为 $3U_0\omega C_2$ 和 $3U_0\omega C_3$; 而故障支路 N_1 的零序电流则为所有非故障支路零序电流的和 $3U_0\omega(C_2 + C_3)$ 。因此,一般说来,故障支路的零序电流总是大于非故障支路,如果漏电阻 R_k 满足式(10)要求,则应用零序电流原理可实现选择性漏电保护。

$$R_b \leq \sqrt{\left(\frac{n-1}{K}\right)^2 - 1/3\omega \cdot n \cdot C} \quad (10)$$

式中 $n=C/C_{\max}$; C 为电网每相总分布电容, F; C_{\max} 为最大支路每相分布电容, F; $K=K_k \cdot K_m$; K_k 为可靠系数; K_m 为灵敏系数。

由式 (10) 可见, 该原理适用于支路电容小, 而电网总分布电容相对较大的场合。零序电流原理的优点是实施简单。满足上述条件时, 能可靠地实现选择性漏电保护。其缺点是: ①不能反映对称性漏电故障。因为只有电网三相对地阻抗不平衡时, 才有零序电压和零序电流, 因此, 该原理只能反映不对称漏电故障。②动作电阻值不稳定。漏电故障支路的零序电流的大小除与漏电点漏电阻的大小有关外, 还与支路电容与电网总电容的比值有关。

零序电流方向原理 又称零序功率方向原理。以零序电流的流向来判断漏电故障支路的方法 (图 3)。不仅各分支馈电支路的首端的零序电流的大小不同, 而且零序电流的流向也不同。对非故障支路, 零序电流为:

$$\begin{cases} I_{02} = U_0 \left(\frac{1}{r_2} + j\omega c_2 \right) \\ I_{03} = U_0 \left(\frac{1}{r_3} + j\omega c_3 \right) \end{cases} \quad (11)$$

可见非故障支路的零序电流超前零序电压 U_0 $0^\circ \sim 90^\circ$, 而对故障支路, 零序电流为

$$I_{01} = -U_0 \left(\frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + j\omega c_2 + j\omega c_3 \right) \quad (12)$$

可见, 故障支路的零序电流滞后零序电压 $90^\circ \sim 180^\circ$ 。因此, 故障支路的零序电流基本上与非故障支路零序电流反相位, 可以用比较零序电压和零序电流的相位来准确地选择出故障支路。由于该原理主要是依据零序电压和零序电流的相位关系来选择故障支路的, 对零序电流的幅值要求不高, 因此灵敏度较高。该原理广泛应用于矿井高、低压电网的选择性漏电保护中。缺点主要有: ①不能反映电网的对称性漏电故障; ②动作电阻值不易稳定。

零序谐波电流方向原理 以零序谐波 (一般用五次谐波) 电流的方向来判断漏电故障支路的方法。该原理较多地应用于中性点接消弧线圈的电网。为保证消弧线圈的补偿效果, 要调整消弧线圈的感抗, 使其基本上等于电网对地总分布电容的容抗。因此, 消弧线圈投入使用后, 由于消弧线圈的感性电流流经故障支路, 改变了故障支路零序电流的相位。因此, 零序电流方向原理就不再适用。但对于零序谐波电流, 如以五次谐波为例, 电网的对地容抗降低 5 倍, 消弧线圈的感抗反而提高 5 倍, 五次谐波感性电流极小, 基本不起作用, 因此,

电网各支路中的五次谐波零序电流不会因消弧线圈的使用而发生相位变化。该原理主要缺点是: ①电网的谐波阻抗较低, 因此零序谐波电压也很低, 有时较难满足灵敏度的要求; ②不能反映电网的对称性漏电故障; ③动作电阻值不稳定。

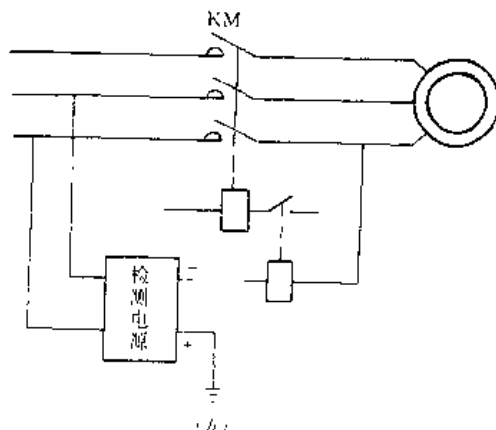
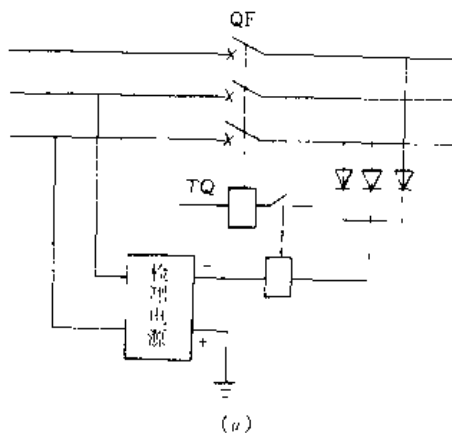
附加中频电源原理 向电网人为地加一中频电源方法来检测电网的对地绝缘电阻。当电网的绝缘电阻低于某一设定值时, 能自动切断电源的一种漏电保护。该原理主要应用于矿井直流架线电机车的漏电保护。

参考书目

胡天禄, 《矿井电网漏电保护》, 煤炭工业出版社, 1987 年。
(霍育川 唐 轶)

loudian bisuo

漏电闭锁 (earth-leakage lockout) 馈电开关或电磁起动器在合闸前, 对馈出线及负荷的绝缘状况进行检测, 当绝缘电阻值低于设定值时发出闭锁指令, 使开关不能合闸送电的一种安全保护措施。



漏电闭锁原理图

a—馈电开关; b—电磁起动器



工作原理 当馈电开关或电磁起动器在断电位置时,从漏电闭锁单元输出直流检测电源,对馈出支路的对地绝缘电阻进行检测(见上页图)。若对地绝缘电阻值低于设定值时,保护动作闭锁住合闸回路,并发出故障显示。直到排除故障,绝缘恢复,才能对开关进行操作。

作用 漏电闭锁为漏电保护的一种补充手段,它的作用在于:①防止向漏电故障支路合闸送电,以避免漏电故障扩大。②由于漏电闭锁的作用,使漏电故障支路不能送电,而无漏电故障支路可以送电。据此可以作为漏电保护引起总开关跳闸后,逐一合闸查出漏电故障支路的一种方法。

(霍育川 唐 轶)

lutian caichang gongpeidian

露天采场供配电 (power supply and distri-

bution for open-pit) (见开采卷)

lutian kaicai shebei

露天开采设备 (surface mining equipment)
(见开采卷)

lutiankuang dianli qianyin gongdian

露天矿电力牵引供电 (power supper for electric haulage in surface mine) (见开采卷)

lutiankuang gongpeidian

露天矿供配电 (power supply and distribution for surface mine) (见开采卷)



M

maogan anzhuangji

锚杆安装机 (roofbolt erector) 搅拌树脂或水泥锚固剂和固定锚杆的机械。按动力源可分为气动、电动、和液压锚杆安装机等三种。

气动锚杆安装机 以压缩空气为动力，用压缩空气驱动风马达旋转，经行星齿轮减速后，带动主轴旋转机构，再驱动插座及套筒转动，以搅拌锚固剂及拧紧锚杆螺母。当压缩空气的工作压力为 0.5MPa 时，则扭矩可达 350Nm。

电动锚杆安装机 以电为动力，由电动机经减速齿轮驱动嵌入轴和嵌套转动，带动套筒及端头扳手旋转，以搅拌锚固剂及拧紧锚杆螺母。

液压锚杆安装机 以高压油为动力，由液压马达直接驱动端部扳手转动，搅拌锚固剂及拧紧螺母。

(蒋福章)

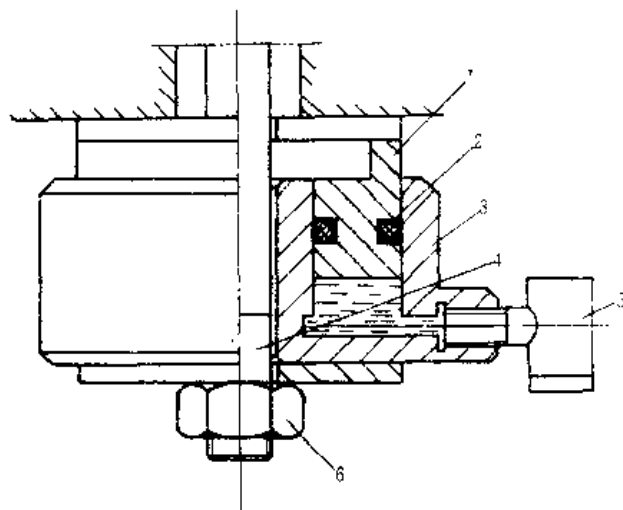


图 1 液压缸式拉力计

1—活塞；2—密封圈；3—外壳；4—锚杆；
5—压力表；6—螺母

maogan laiji

锚杆拉力计 (roofbolt tautness meter) 检测锚杆在锚杆孔中锚固强度的仪器。使用时将拉力计套在锚杆的伸出端上并用螺母固定，可随时测定锚杆的锚固力（即拉力）。按结构不同可分为液压缸式、空心千斤顶式、橡胶式三种。

液压缸式拉力计 以液体压力的变化测量锚杆拉力。拉力计的中心有一个孔，套在被测的锚杆上，用螺母压紧使锚杆产生预紧力，数值由拉力计上的压力表指针显示出来。定期测量液压缸的工作压力即可确定锚杆瞬时拉力值。根据测量结果作出锚杆随时间的拉力变化图表，可判定锚杆承载能力（图 1）。

空心千斤顶式拉力计 测试时把空心千斤顶套入锚杆尾部。用螺母固定在锚杆上，摇动手动油泵，使压力油进入千斤顶使锚杆承受拉力。从压力表指针显示出千斤顶的工作压力即可确定锚杆瞬时拉力值，其原理与液压缸式拉力计基本相同，目前中国使用最广泛（图 2）。

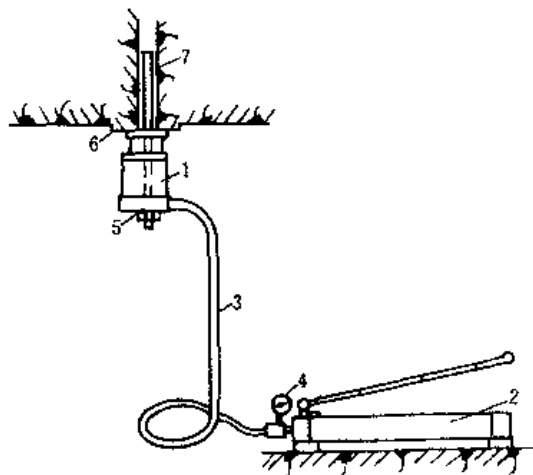


图 2 空心千斤顶式拉力计

1—空心千斤顶；2—手动油泵；3—高压油管；
4—压力表；5—连接杆；6—支承垫板；7—锚杆

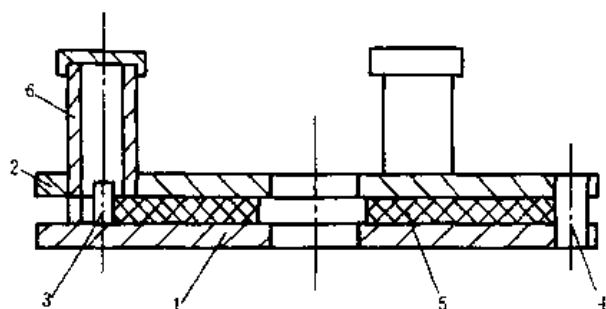


图3 橡胶式拉力计

1—底板；2—顶板；3—滑杆；4—螺栓；
5—橡胶板；6—管接头

橡胶式拉力计 以橡胶的压缩变形测量锚杆的拉力（图3）。在底板和顶板间夹有一块经真空处理过的8~10mm的橡胶板，并将受力变形量预先标定，然后将底板、顶板及橡胶板套在被测的锚杆上，用螺母固定并不断拧紧螺母使橡胶变形，用钟表指示器分别放入管接头中测量橡胶板压缩值，按标定曲线可确定锚杆的拉力。

除上述类型测力计外，也有采用直接粘贴在锚杆体的应变片或传感器来测量锚杆的拉力。

（蒋福章）

maogan taiche

锚杆台车 (roofbolt drill jumbo). 在井下巷道顶板或侧帮中钻凿锚杆孔并完成部分或全部安装锚杆工序的自移式设备。

分类 按结构不同可分为塔架式、推进器式及转架式三种；按行走机构可分为轮胎式和履带式；按驱动

方式可分为电力驱动、液压驱动及防爆型柴油机驱动。

塔架式锚杆台车 由钻臂、液压凿岩机、行走机构、控制系统等组成。液压凿岩机安装在钻臂的顶端，当钻臂起落时，液压凿岩机即沿与顶板垂直的方向上下移动钻凿锚杆孔，随后用人工装入树脂锚杆，再使用液压凿岩机搅拌树脂及拧紧螺母。该台车只适用于在房柱式采煤的顶板管理中钻凿锚杆孔，不能用于巷道侧帮（图1）。

推进器式锚杆台车 由钻臂、推进器、液压凿岩机、行走机构、控制系统等组成。与塔架式锚杆台车的不同之处在于它的液压凿岩机的推进是靠推进器推动。目前使用的推进器，按结构可分为螺旋式、链式及液压缸式；推进器呈直立工作状态，可前后左右摆动一定角度，以满足孔位要求。其作业程序与塔架式锚杆台车相同（下页图2）。

转架式锚杆台车 由钻臂、液压凿岩机、转架、行走机构、控制系统等组成。整体结构基本上与推进器式锚杆台车相同。它以转架代替推进器。转架既能钻凿锚杆孔又能安装锚杆。目前使用的转架型式较多，按工作位置分为二位转架及三位转架。按锚杆杆体输送方式可分为无锚杆仓式转架及带锚杆仓式转架。前者人工装送锚杆，后者由机器装送锚杆。二位转架有两个工作位置，一个位置钻凿锚杆孔，另一个位置是向锚杆孔内安装树脂锚杆或胀圈式锚杆。三位转架有三个工作位置，即比二位转架多一个可用压缩空气将树脂锚固剂吹入锚杆孔的位置，适用于工作高度较高的工作面。

简史 20世纪50年代美国已生产使用多种类型的塔式及推进器式锚杆台车，近年又研制出钻臂可绕中心旋转360°的新一代锚杆台车，推进器能适应在井下钻凿任何方位的锚杆孔。法国、瑞典研制的转架式锚杆台车有带锚杆仓的转架，可连续安装几根锚杆，机上

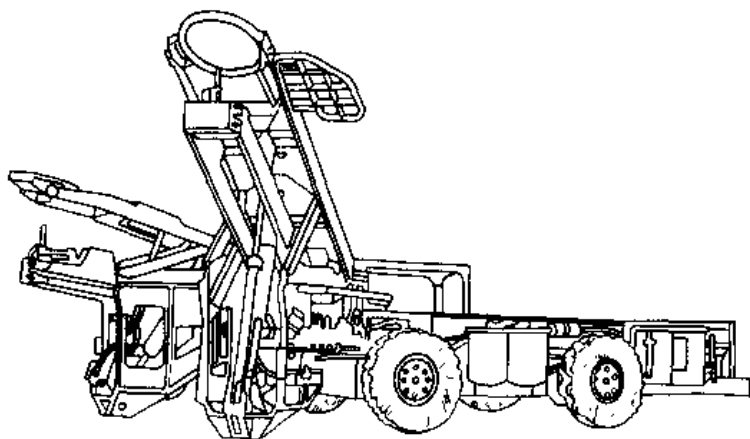


图1 塔架式锚杆台车

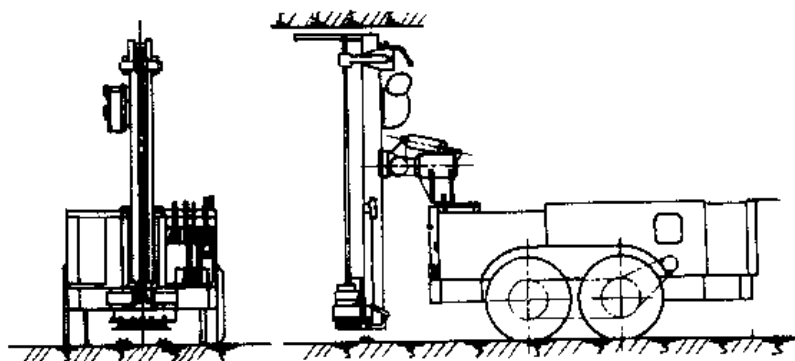


图2 推进器式锚杆台车

装有小型压缩空气机,可将树脂锚固剂吹入锚杆孔内,然后装入锚杆,搅拌后再拧紧锚杆螺母,钻孔和安装锚杆的工序实现了机械化。中国从80年代开始锚杆台车的研制工作。

(蒋福章)

maogan zuanji

锚杆钻机 (roofbolter) 具有向巷道顶板或侧帮钻孔并安装锚杆功能的钻机。

分类 可分为单体型和机载型两类。

单体锚杆钻机 由手工操作。按动力源及工作机构可分为气动冲击式、电动旋转式、液压冲击式及液压旋转式四种。

(1) 气动冲击式锚杆钻机。以压缩空气为动力,采用冲击回转方式的钻机。适宜在硬岩中凿孔,其工作原理和结构与气动凿岩机相同,配备双级气腿推进,在气腿前端装有控制定位机构,凿水平孔及垂直孔,杆尾端部安有挡流圈,可使流下的岩浆分流。

(2) 电动旋转式锚杆钻机。由电动机经减速机构带动钻杆、钻头旋转的钻机。适宜在软岩中钻孔,配备液压支腿推进。

(3) 液压冲击式锚杆钻机,以高压油为动力,采用冲击回转方式的钻机。适宜在硬岩中凿孔,其工作原理和结构与液压凿岩机相同。凿岩速度快,噪音低。配备液压支腿推进。

(4) 液压旋转式锚杆钻机。以高压油为动力,通过液压马达带动钻杆、钻头旋转的钻机。适宜在煤或软岩中钻孔。由于采用液压传动,钻机的转速、转矩及推力可无级调节,对不均质的岩石有较好的适应性,且工作平稳、噪音低、重量轻,是目前煤矿使用较广泛的一种机型。其推进机构又可分为导轨式和液压缸式两种。

① 导轨式液压锚杆钻机。用推进液压缸来推动安装在导轨上的液压马达。由于液压缸的行程有限,常采

用钢丝绳倍增机构来增加钻孔的深度,另外采用补偿液压缸将导轨支撑在顶底板之间,工人可以远离钻机而操纵控制阀进行遥控(图1)。

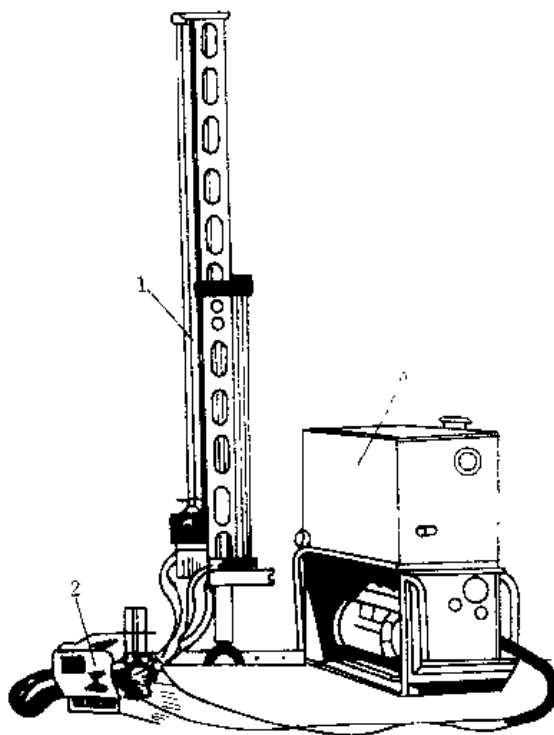


图1 导轨式液压锚杆钻机

1—主机; 2—推进器; 3—液压泵站

② 液压缸式锚杆钻机。将液压马达直接装在推进液压缸的顶端,由液压缸推动钻机作垂直向上或倾斜向上钻孔。由于液压缸行程有限,只能用更换钻杆的方式增加钻孔深度。

机载锚杆钻机 安装在连续采煤机或悬臂式掘进机上的锚杆钻机,有液压旋转式和液压冲击式两种。其推进器一般铰接在伸缩臂的顶端,由液压缸操作,可绕

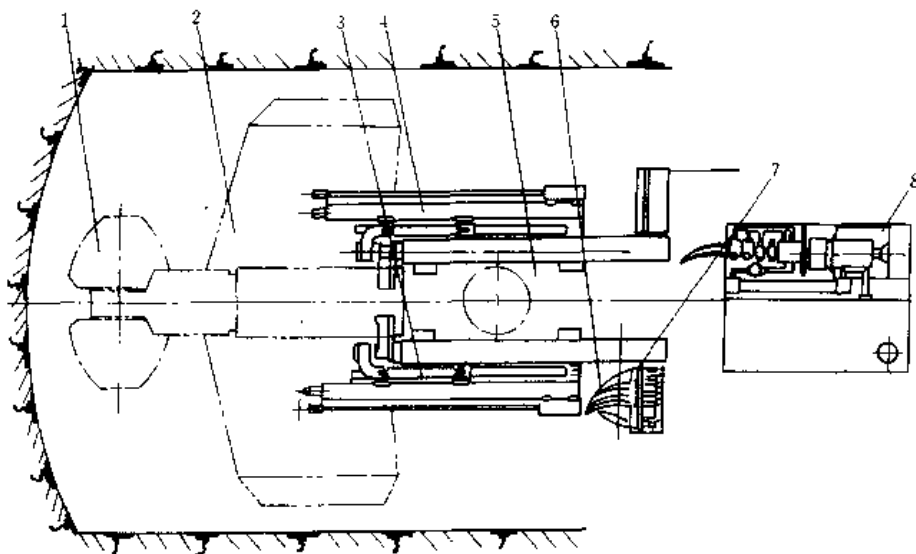


图2 机载锚杆钻机简图

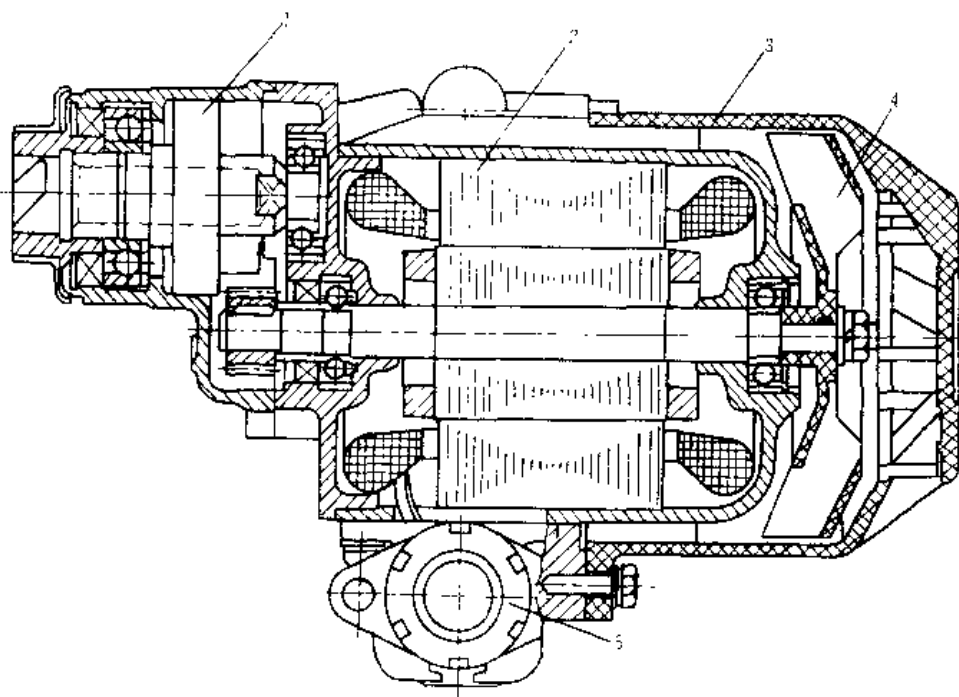
1—切割头；2—铲板；3—左主机；4—右主机；5—掘进平台；6—软管；7—操纵台；8—泵站

伸缩臂转动，伸缩臂则铰接在连续采煤机或悬臂式掘进机的回转台上，藉回转台使伸缩臂上、下、左、右摆动，以适应钻凿不同孔位和角度的锚杆孔。其钻孔速度快，支护可紧跟迎头以缩小空顶距（图2）。

简史 20世纪50年代起，随着锚杆支护技术的发展，英、美等国家广泛制造和使用锚杆钻机。80年代，由于连续采煤机及悬臂式掘进机在煤矿中广泛使

用，要求在机器上安装锚杆钻孔机，实现支护机械化。美、英和奥地利相继研制出安装在连续采煤机、悬臂式掘进机上的机载锚杆钻机。中国60年代开始研制电动锚杆钻机，80年代初研制出轻型液压锚杆钻机，在煤矿大量使用。90年代开始研制安装在悬臂式掘进机上的机载锚杆钻孔机。

（蒋福章）



煤电钻结构图

1—减速器；2—电动机；3—风扇罩；4—风扇；5—电缆压紧装置

meidianzuan

煤电钻 (electric coal drill) 用于煤体钻孔的电动机具。即由电动机通过减速机构带动钻杆、钻头旋转并以人工推压,在煤或软岩层中钻孔的手持式机具。适用于回采及掘进工作面钻炮孔,钻孔直径一般为38~45mm,孔深1.2~2m。

分类 煤电钻按排屑方式不同可分为干式煤电钻和湿式煤电钻两种。干式煤电钻配装实心钻杆与钻头,实现干式钻孔,工作时产生的粉尘浓度高达71~136mg/m³。湿式煤电钻配装空心钻杆与钻头,在电机端盖处装有进水装置,水通过主轴进入空心钻杆与钻头。钻孔时,煤粉被水浸湿后从钻杆螺旋槽排出,实现湿式钻孔,工作时产生的粉尘浓度为2.5~3.7mg/m³。

基本结构 由电动机、减速器、开关、手柄、电缆压紧装置等组成(见上页下图)。

电动机 为隔爆型三相交流鼠笼式二极异步电动机,其技术特征一般为:电压127V,频率50Hz,功率1.2~1.5kW。电动机工作制为半小时短时负载,定子绕组绝缘等级为B级,有良好的介电性能和耐潮性能。转子为单鼠笼式的铸铝结构。电动机均为空冷式,在转子轴后端装有风扇,外部装有风扇罩。塑料压制的风扇与风罩要求表面的绝缘电阻值不大于 $1 \times 10^5 \Omega$,以防止因静电集聚而引起瓦斯或煤尘爆炸。为防止煤电钻工作时发生卡钻现象,电动机的最大转矩必须大于额定转矩3倍以上。电动机温升过高会使外壳烫手而影响操作,因而规定外壳温度低于40℃。

减速器 采用一级或二级外啮合圆柱齿轮传动,将主轴转速由2820r/min降至520r/min或640r/min。为避免油脂外溢及粉尘、污水浸入减速器内腔,在轴承前端装有密封件。

开关 具有三相瞬时通断和自动复位功能,三相电源分断时的无弧时间小于0.02s,开关的动作是通过开关把手、推杆、开关撇头使电源接通或断开。松开把手时开关撇头立即复位,使电机停转。

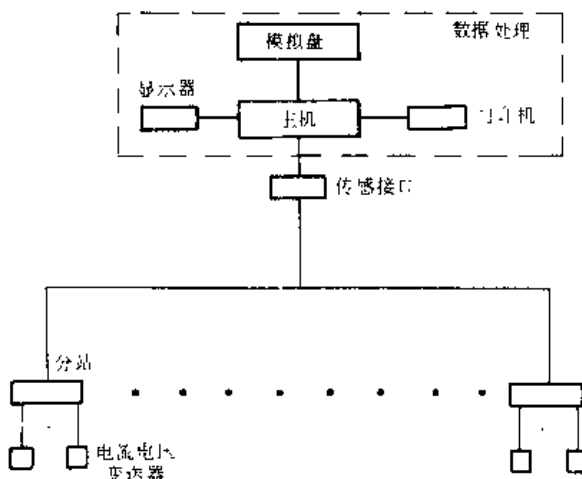
(项蔚兰)

meikuang dianli xitong jiance zhuangzhi

煤矿电力系统监测装置 (power monitoring device for coal mine) 对煤矿井上、井下变电所(站)的主要供电回路的电压、电流、有功功率、无功功率、功率因数、电度等电参数以及各种供电开关的开闭状态和各种电力保护装置的动作情况进行集中监测和显示的装置。这种装置的监测范围还可以扩展到

主、副井提升、主扇风机、空气压缩机、排水泵以及综合机械化采煤、掘进等大型设备的用电负荷和供电状态等。

电力监测装置主要由传感器(变送器)、信息采集与传输、数据处理等环节组成(见图)。通过对被监测到的信息的数据处理,主要达到以下几个目的:



煤矿电力系统监测装置组成图

(1) 用定时打印取代传统的人工抄表;
(2) 对主要设备的用电负荷按年、月、日进行统计和存贮;

(3) 及时发现供电故障并及时处理;

(4) 与水泵等大型用电设备的监测系统联网,对全矿用电负荷实行“削峰填谷”,以达到节电的目的。

90年代以来,出现了一种微机变送器,它利用原供电设备常用的电压和电流互感器的输出信号再经过检测互感器的输出,直接送微机变送器进行A/D转换。对一个三相回路被采集到的两个电压和两个电流交流波形的采样值进行计算,即可算出该回路的电压、电流、有功功率、无功功率、功率因数、有功电度、无功电度、频率等各种电参数。从而取消了传统电力监测系统中使用的电压变送器、电流变送器、功率变送器等单独的检测装置。

(陈林)

meikuang dianqi anquan

煤矿电气安全 (electrical safety in coal mine) 煤矿发电、变电、输电、配电和用电安全的总称。主要包括煤矿电气保护、电气绝缘、人身触电、雷电、静电、电磁辐射、杂散电流、电气防爆等方面,目的在于保证煤矿电气设备安全、人身安全和煤矿井下环境安全。

电气保护 研究过电压、欠压或失压、过载、短路、接地及漏电保护等。

电气绝缘 研究有机及无机、气体、液体、固体绝缘材料的表面电阻系数、体积电阻系数、击穿强度、电晕、局部放电、介质损耗角正切、介电常数、耐电弧性能、相比漏电起痕指数、耐热等级、适用范围及电气设备绝缘结构等。

人身触电 研究人体器官、组织、皮肤的电参数、人体触电安全电流或安全电压及影响因素。

防雷电 防止大气雷电以行波方式(直击雷)或电磁感应方式(感应雷)沿井硐金属轨、管和电缆铠装外皮等导体传入井下,引起瓦斯爆炸和雷管早爆的安全措施。

防静电 研究静电起电、放电、静电事故及灾害、防静电方法及材料等。

防电磁辐射 研究其对人体的侵害、对灵敏电雷管及对爆炸性混合物意外引爆。

杂散电流防治 研究杂散电流成因、危害及防治方法。杂散电流会影响有线通讯质量、提前引爆灵敏电雷管。

电气防爆 研究用于爆炸性危险环境中电气设备的防爆途径、制订防爆标准、研制新型防爆电气设备、研究用电环境整体防爆等。

参考书目

陈在学等译,《采矿工业电气安全》,煤炭工业出版社,1981年。

(陈在学)

meikuang jidian shebei ceshi

煤矿机电设备测试 (measurement and test of coal mining mechanical and electrical equipment)

在专用试验室(或试验场)和实际煤矿使用环境中,利用各种仪器仪表、测试装置,按标准或规范规定的内容、要求、程序和测试方法,对煤矿各类机电产品及其主要零部件,在研究、制造、使用的各个阶段,进行测量、检查、试验和度量,并将产品测试结果的质量特性与规定要求进行比较的过程。测试的目的是控制和提高产品质量,保证煤矿正常生产和矿井安全。

作用 ①确保生产企业的出厂产品达到有关规定的要求,防止不合格产品流入市场。②验证新研制产品的性能指标、安全性能、使用寿命等是否达到设计要求。③考核产品的配套性、可用性、可靠性、可维修性以及对产品使用环境的适应能力。④评定产品在规定的时间内和使用条件下,完成规定功能的能力,以确保煤矿高

产高效的持续生产。⑤对大型设备运行工况监测,防止重大事故的发生。⑥控制和限定产品影响工作者健康的因素,并加以预防。⑦把产品运行过程中可能引起的火灾、爆炸、冒顶等重大事故降低到最小限度。⑧对已批量生产的煤矿机电产品及其主要零部件的质量实行监控。⑨为产品的验收、鉴定、定型、判定产品能否批量生产等提供依据。⑩为改进产品的设计、加工工艺和发展新产品积累科学实验数据。⑪为由于产品质量问题引起的纠纷提供仲裁依据(包括进出口商品的检验),维护用户的经济利益。

简史 随着煤矿机电设备向大功率、高产量、高效率、自动化、智能化及组合化等方向发展,世界主要生产煤矿机电设备的国家,如苏联、德国、英国等国家于20世纪60年代开始,相继建立了采煤、掘进、支护及运输设备的地面整机试验室或试验场,以及主要零部件的试验室和试验台,并采用了各种模拟井下工况条件的试验环境,如建造模拟煤壁、循环送料系统等。70年代开始,上述各国的试验测试设备均配备了计算机,提高了试验速度、测试精度和数据处理的自动化程度。为了进一步了解煤矿机电设备在井下工作的实际工况,英国、德国和苏联还研制了井下测试设备。美国、日本、波兰、捷克等国家也建有煤矿机电设备主要零部件的专用试验室和科学实验室。中国在20世纪60年代初期先后建立了煤矿机电设备个别主要零部件的专用试验室,如防爆检验站、电工试验室、液压元件试验室等。80年代初在北京、上海、太原等地先后建立了滚筒采煤机、刨煤机、刮板输送机、带式输送机,液压支架及掘进机的地面整机试验室及试验场,并增建和扩建了采煤、掘进、运输、支护等设备的主要零部件的试验室和试验台,这些试验室或试验场不仅可以模拟井下各种使用工况,而且其测试水平、试验规模、自动化程度均达到国际同类型试验室的水平。在建立试验室和试验场的同时相应制定了各类煤矿机电设备整机及其零部件的检验标准和规范,以及为保证产品质量的质量监督检验制度。各采煤机、输送机、掘进机、液压支架等设备的制造厂也在80年代配置了为满足出厂试验要求的各类试验台,上述试验室、试验台的建立,加快了采煤、掘进、运输、支护设备的发展,并保证了产品的质量。

测试类型 煤矿机电设备的检测和试验有出厂试验、防爆安全性能试验、型式试验、工业性试验、大型固定设备检测、设备运行状态监测、研究性试验和商品质量仲裁测试等。

出厂试验 生产企业为保证产品符合规定的质量要求,防止不合格产品流入市场,在产品出厂前按产品



标准中规定的相应项目及测试方法对产品进行的质量检测。出厂试验根据产品的复杂程度、产量大小及重要性,可采取全检或抽检。出厂试验在生产企业内部进行,主要考核产品的制造、安装质量及性能指标,并按产品标准的要求进行评定,以判定产品的品质等级。

防爆安全性能试验 煤矿用电动机、变压器、各类开关箱、电控箱、电缆、灯具等设备及器具必须进行的试验。考核产品耐受煤矿井下瓦斯、煤尘、淋水、冒顶等恶劣环境的能力,保证矿井的安全及正常生产,这种试验必须在有关部门指定的防爆检验站进行。

型式试验 对已经过出厂试验的新产品,以模拟实际使用工况为试验条件,对产品的性能指标,安全性能、生产能力、使用寿命等进行全面考核的试验,作为新产品验收定型鉴定的依据。型式试验在专门检测机构的专用试验室中进行。检验结果具有科学性、公证性和权威性。

工业性试验 新产品在经过出厂试验、型式试验后,在实际使用地点、以实际生产工况方式进行的试验。考核设备的配套性能、可维修性能、实际生产能力,以及对工作环境的适应性能等。工业性试验是新产品研制的重要阶段,其试验结果是产品能否定型和批量生产的依据。

大型固定设备检测 对大体积、大重量、设备系统复杂和分散的煤矿用大型固定设备,常采用现场检测的方式。考核设备的性能、制造和安装质量,检测结果作为产品验收的依据,并可利用检测设备对设备进行调试,达到安全、经济运行的目的。

设备运行状态监测 对由于故障会严重影响生产及矿井安全的重要设备、常在设备运行过程中,用专用的仪器仪表、定期或连续的对设备运行工况进行监测,判断设备是否正常运行,预报设备发生故障的先兆,及时采取补救措施,以防止重大事故的发生。

研究性试验 新产品的研制或老产品改造过程中,对采用的新结构、新材料、新原理、新工艺等进行验证试验,以获取科学实验数据,指导研究设计工作,这种试验是更新设备和基础理论研究过程中的必要手段。

商品质量仲裁测试 专业检测机构受争议方或执法部门的委托,对质量问题有争议的产品,依据有关技术标准或有效合同,进行的测试和质量调查(包括进出口商品),通过测试分清质量责任,由有关执法部门作出仲裁结论,以维护经济活动的正常秩序。

测试内容 煤矿机电设备的测试内容有主要零部件测试和整机试验两部分。

主要零部件测试 主要零部件是指煤矿机电设备

的易损件、重要受力构件、磨损件、易燃件,以及其他影响设备安全性、可靠性等的重要零部件,如电动机、开关、电控箱、液压泵、液压马达、液压缸、阀、液压传动部件、机械传动部件等。试验方法是:在专用或通用的试验台架上,根据零部件的技术要求,在整机中的功能特点,模拟实际工作时的载荷大小、受载特性(如偏载荷、复合载荷、冲击载荷、循环载荷等)、工作环境(如湿度、温度、瓦斯、煤岩尘、燃烧、振动、碰撞等环境),对被试零部件进行试验和检测,考核零部件的性能、材料、强度、可靠性、使用寿命以及耐受工作环境的能力,以保证设备的整体质量。试验时常用的加载设备有:盘式制动器、水力测功机、电力测功机、电反馈加载装置、机械功率封闭加载装置、液压加载装置等。测试设备有:各类传感器、放大器、记录仪、分析仪、计算机等。零部件测试是煤炭工业中,产品质量管理和质量监督的重要内容,也是发展煤矿机电设备的重要手段。

整机试验 在专用试验台、试验室或试验场,模拟实际使用工况和环境(如模拟煤壁、模拟巷道、模拟道路及路轨、模拟载荷、模拟倾角等)对组装成整台的设备或机组进行加载运转试验,并根据要求测录试验数据,以考核设备的可靠性、安全性、配套性、适应性、可用性等各项性能指标。整机试验规模较大,投资费用昂贵,要有足够的试验面积和空间,只对煤矿的重要机电产品、或生产批量大的产品进行这种试验。

(侯瑛均 陆曾亮)

meikuang jidian shebei guanli

煤矿机电设备管理 (coal mining mechanical and electrical equipments management) 通过一系列技术、经济、组织措施对煤矿机电设备的规划、选型(设计)、购置(制造)、安装、使用、维护、检修、改造直至报废全过程进行的管理工作,包括对设备的物质运动和价值变化两方面的管理工作。机电设备固定资产占煤炭企业固定资产的50%以上,是发展煤炭生产建设的物质、技术基础。加强设备管理,使设备经常处于良好状态,不断改善和提高企业装备素质,充分发挥设备效能,对促进企业生产持续发展,提高企业经济效益服务有重大意义。

分类 ①按设备管理不同阶段,分为前期管理和后期管理。前期管理从设备规划、选型、购置、安装到移交生产;后期管理从设备投入使用,检修直至报废。②按设备管理内容不同,可分为技术管理和经济管理。技术管理指设备管理全过程的组织、技术与业务管理工作;经济管理指设备管理全过程中所发生费用(资



金)的业务管理工作。③按管理系统不同可分为纵向管理和横向管理。纵向管理是按系统进行组织,技术管理;横向管理指各系统的人、财、物、事与有关部门的横向联系与管理。上述分类只是一种划分方法,实质上它们是有内在联系的整体。

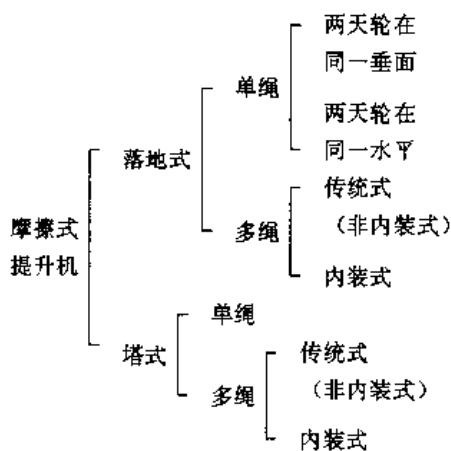
主要内容 ①设备规划。根据生产建设发展和设备改造、更新等方面要求提出方案,经调查研究和技术经济论证,制定设备中、长期规划和年度计划。②设备选型。按先进性、适用性和经济性原则并考虑可靠性、维修性和环保要求进行选择。③设备使用。正确合理地使用设备,可保持设备良好性能,延长设备使用寿命,防止发生设备、人身事故。正确使用设备,要建立规章、制度,操作人员要按操作规程操作,合理使用设备,要避免超负荷运转,提高设备利用率,充分发挥设备效能。④设备检查、维护和修理。制订合理的检查、维护和修理周期与作业内容,采用先进的检修技术,合理运用各种维修方式和先进的修理方法,缩短停机时间。⑤设备改造与更新。随着科学技术进步和企业发展的需要,有计划地对原有设备进行改造和更新。编制计划时根据技术上的可行性和经济上的合理性经过论证,作出决策,提高更新、改造经济效益。⑥设备的日常管理、包括设备分类、编号、建帐建卡、保管、调拨、封存、闲置、报废等管理工作。⑦设备的经济管理。贯穿设备管理的全过程,从设备购置、使用到报废所发生的费用以及设备使用期间设备折旧费的计算等管理工作。

简史与发展趋势 中国煤炭行业 50 年代制订的《煤炭工业设备管理规程》对设备的使用、维修及日常管理等都作了明确规定,指导煤矿设备管理工作,对提高职工操作、维修技能、保证设备合理使用起到重要作用。但该规程偏重于设备投入使用后的技术状态和数量管理,忽视了设备的前期管理和经济管理,阻碍了设备效能的发挥。80 年代初,英国的“设备综合工程学”、日本的“全员参加生产维修”(TPM)相继传入中国,有些部门和企业采用这些管理方法,取得了一些成效。当时国家经委曾提出借鉴“设备综合工程学”的观点,改革中国设备管理制度,1987 年国务院发布的《全民所有制工业交通企业设备管理条例》和能源部 1989 年颁发的《煤炭工业设备管理规程》指出对设备要进行“综合管理”,就是在总结建国以来设备管理实践经验的基础上,吸收国外设备工程学等观点而产生的设备管理模式。推行设备综合管理必将进一步促进设备管理和维修体制的改革,使设备管理前景更广阔。煤炭企业设备综合管理将在以下几方面开展工作。①以设备的一生为研究对象,重视设备的前期管理和经

济管理,降低设备寿命周期费用,提高设备投资效益;②随着故障诊断技术的发展,对重要设备进行状态监测,逐步将设备的定期预防检修转向预知维修;③随着设备管理体制的改革,设备租赁制将得到进一步发展。(王守义)

mocashi tishengji

摩擦式提升机 (friction winder) 依靠安装在摩擦轮上的摩擦衬垫与钢丝绳间的摩擦力带动提升钢丝绳和提升容器的提升机。摩擦式提升机可分为:



摩擦式提升必须防止钢丝绳滑动,这是对其安全运行影响最大、最关键的问题。对于多绳摩擦式提升,还必须保持各钢丝绳的张力平衡。实现钢丝绳张力平衡,有弹簧式、液压式、滑轮式、杠杆式等平衡装置,中国采用螺旋液压调绳器及垫块式液压调绳器(见提升容器悬挂装置)。

为在多绳摩擦式提升机安装使用后,修正摩擦衬垫的绳槽,以使各提升钢丝绳受力均衡,设有提升机车槽装置。它安装在摩擦轮下方,由刀具、进刀装置和机架组成,是修正衬垫绳槽的专用装置。

单绳摩擦式提升机 只有一根提升钢丝绳的摩擦式提升机,由德国工程师 K·F·戈培(K·F·Koepe)于 1877 年发明,故又称为戈培式提升机。它解决了因井深增加而造成提升机卷筒过宽的矛盾。

最早的单绳摩擦式提升机为落地式,一根两端系有提升容器的钢丝绳绕过安装井架上的两个天轮和设在地面的摩擦轮(利用摩擦力带动钢丝绳运动的构件),由电动机驱动摩擦轮旋转进行提升作业。为减少钢丝绳的张力比以提高防滑性能,两容器的底部用圆或扁尾绳相连。扁尾绳的悬挂装置具有推力轴承,能消除提升过程中产生的扭转力矩;扁尾绳悬挂装置由桃形环和绳卡组成,运行过程中不产生扭转力矩,但生产成本高。一般采用两天轮安装在同一垂面内的安装方

式。后来,由于地形的限制而将提升机置于井塔上,并加导向轮,以保证两提升容器间的距离和减小井筒直径,从而增大包角(又称围包角,即钢丝绳和摩擦轮或传送带和驱动卷筒之间接触弧段所对应的中心角)和提高防滑性能,但导向轮使钢丝绳产生反向弯曲,对其寿命有一定影响。塔式摩擦提升机占地少、省去天轮、全部载荷垂直向下,井塔稳定性好、可获得较大包角,钢丝绳不会无保护地裸露在雨雪之中而影响摩擦系数和使用寿命。

单绳摩擦式提升机虽然减小了卷筒的宽度,但提升钢丝绳的直径依然很大,有的甚至达到90mm,给制造、运输、安装和悬挂带来困难。

多绳摩擦式提升机 用几根钢丝绳(2~10根)代替一根粗主绳的摩擦式提升机。由单绳摩擦式提升机发展而来,1938年首先由瑞典研制使用,随后德国、前苏联等国相继采用。采用多绳的目的在于减小钢丝绳和摩擦轮的直径,且有不用导向轮的可能。此外,绳数的增多提高了安全性,摩擦轮的宽度也较小,适应深井和大型矿井的需要。多绳摩擦式提升机以其重量轻、制造方便、造价低、电耗小的优越性而得到迅速发展。中国1958年在阜新矿务局安装了第一台,至今全国已超过300台。中国生产的多绳摩擦式提升机最大摩擦轮直径达5m。直径4m、6绳的多绳摩擦式提升机最大静张力达1030kN,最大静张力差达270kN。多绳摩擦式提升机亦分落地式和塔式两种。落地式指安装在地面提升机房内的提升机,天轮安装在井架上、抗震性能好。塔式指安装在井塔上部,提升系统简单、设备费用低(图1)。中国主要采用塔式,但因地震及建设期占用井口时间等原因,落地式日益增多。1985年中国生产了第一台3.5×4低速电机转子悬臂直联落地多绳

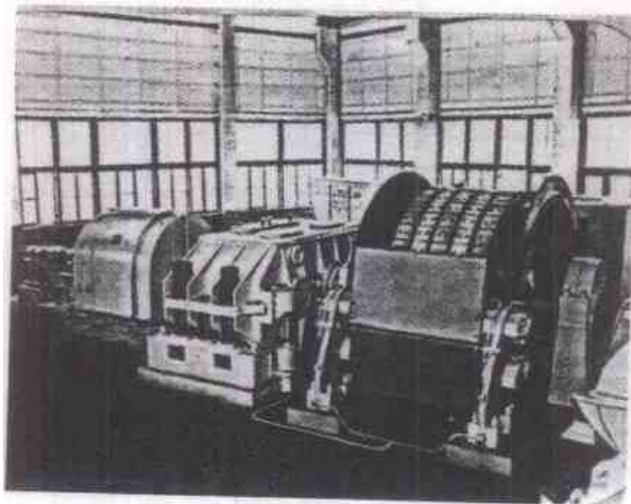


图1 塔式多绳摩擦式提升机外观

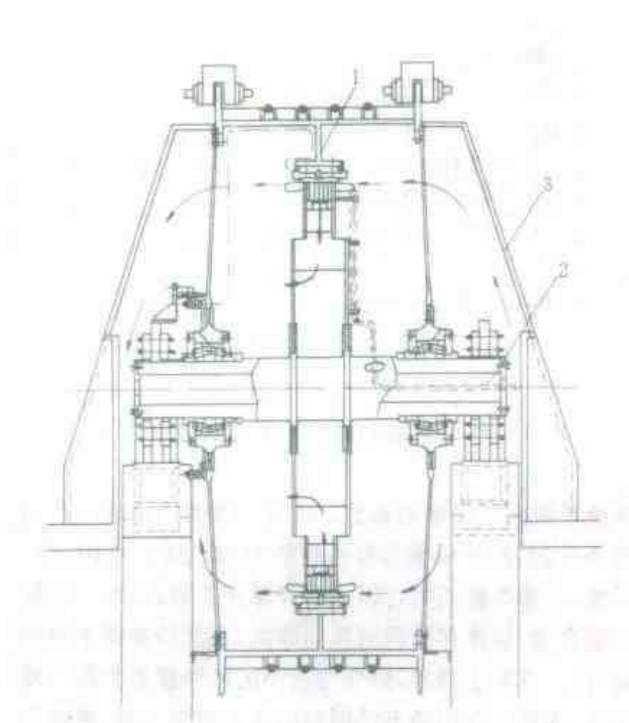


图2 内装式摩擦提升机结构

1—磁极; 2—空心轴; 3—封闭式冷却通风罩

提升机。

内装式提升机 电动机与卷筒设计成一体,直接置于卷筒或摩擦轮内的提升机。1988年始用于德国Haus Aden矿,摩擦轮直径6.5m,电动机功率2200kW,提升量20t,最大速度12m/s,井深约1050m。将电动机直接装在摩擦轮内的想法因三相交变变频同步电动机驱动技术的成熟而得以实现。如图2示,安装在机座上的空心主轴固定不动,轮毂与主轴间装有滚动轴承。电动机定子固定在摩擦轮内不动的主轴上,磁极安装于摩擦轮壳的内侧,旋转部分只需通过滑环导入激磁电流,摩擦轮同时完成钢丝绳承载体和电动机转子的作用。动力电缆穿过中空主轴与定子相联。一个T形环设于摩擦轮壳体内部,其上安装电动机的磁极。电动机的冷却采用封闭的强迫通风系统。内装式摩擦提升机结构紧凑,不会因轴及其支承处的变形引起电机气隙的减少,易安装、易维护,电动机力矩直接传给筒壳,受力情况好。通常,摩擦轮直径4m以上的提升机才宜于设计为内装式。至1993年,已有两台内装式落地多绳摩擦式提升机在德国运行。中国开滦矿务局的落地多绳内装式提升机已安装、运行。内装式提升机有很好的发展前景。

防滑理论 防滑是摩擦式提升的要点,滑绳事故不但与设计有关,而且与对摩擦原理的理解有很大关系。对于钢丝绳与衬垫间的摩擦系数,库仑定律认为静

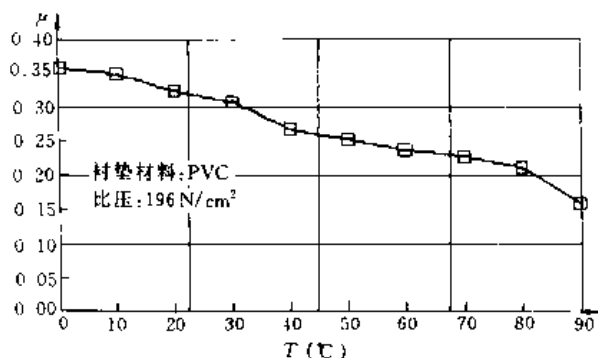


图3 PVC衬垫的摩擦系数与温度的关系

摩擦系数大于动摩擦系数,但现代摩擦理论表明这是有条件的。对于钢铁与弹性衬垫(包括PVC及PU)的摩擦,其动摩擦系数可以大于静摩擦系数,而对于钢铁与铝合金、榆木等硬质衬垫的摩擦,虽然静摩擦系数较高,但一旦发生滑动,则变为较小的动摩擦系数而一滑到底。因此应选用动态性能好的弹性衬垫材料。摩擦系数不但与摩擦副的材料和表面状况有关,而且随比压、温度、相对滑速等的变化而变化。测试方法和条件的不同,所得摩擦系数值也可相差一倍以上,PVC衬垫的摩擦系数与温度的关系如图3所示。从图中曲线可见,由0℃到90℃摩擦系数降到一半。图4为用定力法测得的不同温度下的滑速特性。须注意的是:滑动会引起温升,摩擦系数随之降低,有可能产生继发性滑动。波兰、德国衬垫摩擦系数的当量测试值为0.4左右,许用值为0.25。中国目前衬垫材料的摩擦系数当量值仅0.25左右,中国《煤矿安全规程》规定钢丝绳与摩擦轮间的摩擦系数取值不得大于0.25。

防滑设计 钢丝绳与衬垫间不产生滑动时的摩擦轮两侧的钢丝绳极限张力比 T_1 、 T_2 由欧拉绕索传动

公式 $T_1/T_2 = e^{\mu\alpha}$ 限定,式中 e 为自然对数的底,等于2.71828, μ 为摩擦系数, α 为围包角。当 T_1/T_2 大于上式右端数值时,钢丝绳即对摩擦轮产生相对滑动。各国采用的防滑计算方法主要有3种:①静张力比法:为提升系统重载股与轻载股的静张力比;②张力差法又称防滑安全系数法:指钢丝绳与衬垫间的极限摩擦力与摩擦轮两侧钢丝绳实际拉力差的比值;③滑动极限法:以极限加(减)速度与实际加(减)速度的关系来表达防滑安全程度的方法,此种方法已在中国新设计的矿井中广泛应用。

在使用中为防止滑绳应注意:①选用的衬垫摩擦系数值应经测试;②钢丝绳应涂摩擦油(亦称戈培油或增摩油);③严格控制载重;④非正常的下放重物使用1m/s以下速度;⑤正确整定安全制动力矩;⑥落地式多绳提升应防止冰冻。

参考文献

1. 夏荣海,郝玉琛主编,《矿井提升机械设备》,中国矿业大学出版社,1987。
2. Hoischen A. Winder with Integrated Motor VDI Berichle 754 VDI Verlag P56~59 1989.
3. Proceedings of International Conference on floisting of Maro, Materials and Mierals, Toronto, Ontario, Canada, June12~17, 1988.

(夏荣海)

moca zhizhu

摩擦支柱 (frictional prop) 利用摩擦力产生支护力的可缩性支杆。它与金属铰接顶梁配合构成单体支架,用于维护工作面控顶区顶板。摩擦支柱适用于底板较硬,无明显冲击地压,煤层倾角小于25°的缓倾斜薄及中厚煤层工作面,采取一定的安全措施,也可

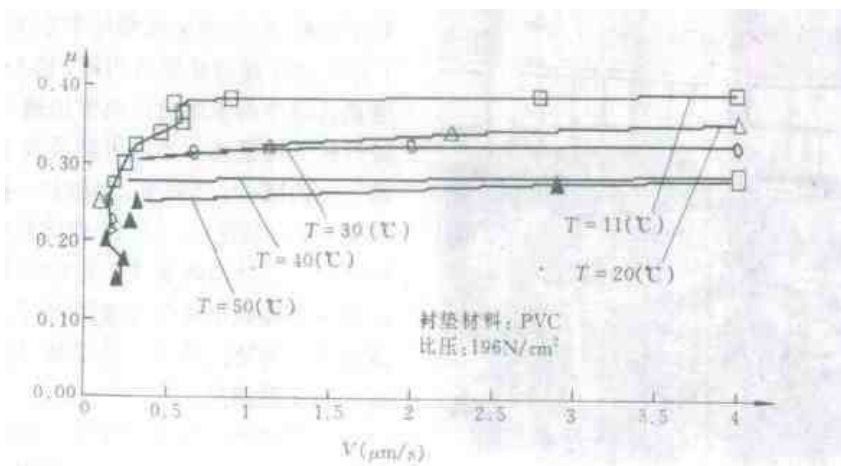


图4 PVC衬垫在不同温度下的滑速特性

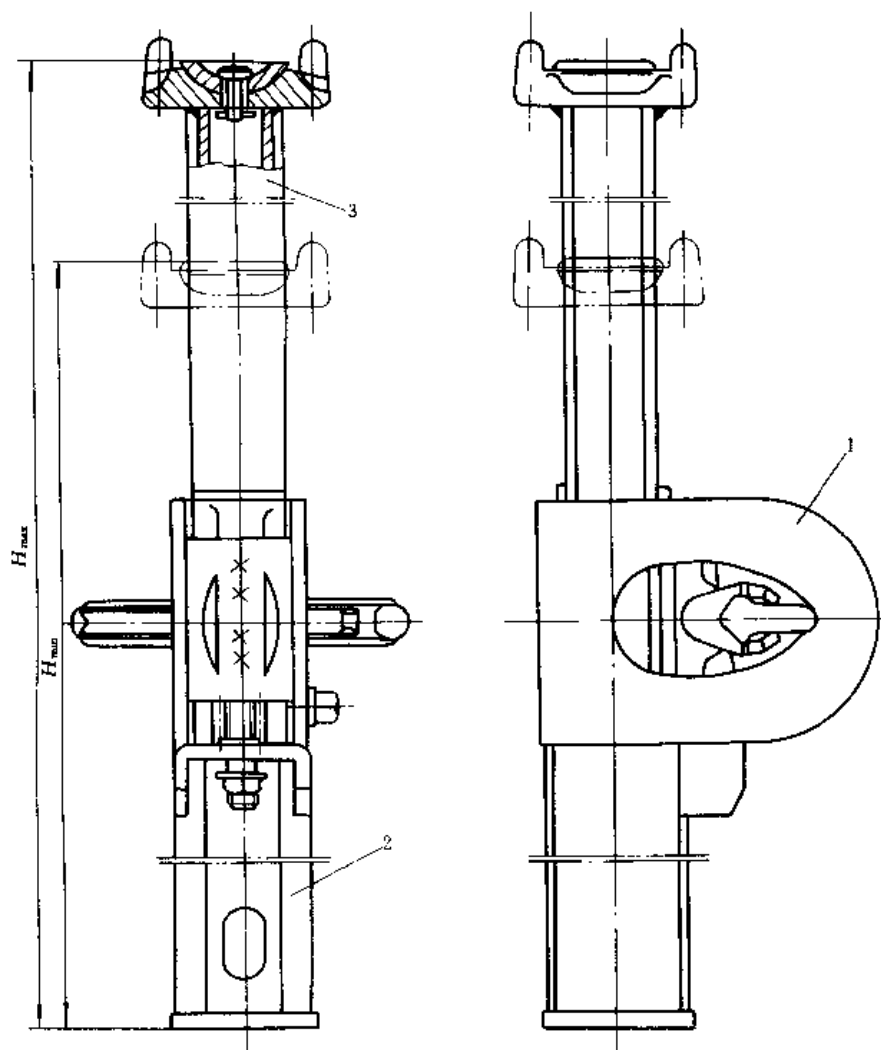


图1 摩擦支柱

1—柱锁；2—柱筒；3—活柱

用于 $25^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 的采煤工作面。

摩擦支柱由柱锁、活柱和柱筒三部分组成（见图1）。

摩擦支柱支设时，将活柱拔至所需高度，利用升柱器使支柱获得一定的初撑力，打紧柱锁水平楔，使支柱完成初撑。顶板下沉时，支柱载荷增加，活柱开始下缩。由于活柱表面通常具有一定的斜度，随着活柱下缩，柱锁对活柱的夹紧力增大，活柱两侧的摩擦力急剧增加，支护阻力相应提高，直至达到工作阻力。回柱时，用大锤击打水平楔，柱锁卸载，活柱借自重下落至原始位置。

摩擦支柱属可缩性支柱，按工作特性分为急增阻、微增阻和恒阻三种。急增阻支柱活柱斜度一般为 $1:100$ ，随着活柱下缩支护阻力增加较快。微增阻支柱活

柱斜度通常为 $1:1250$ ，支护阻力增加缓慢。恒阻支柱如双卡环金属支柱，活柱没有斜度，工作过程中阻力基本恒定。摩擦支柱的工作阻力为 $200 \sim 500 \text{ kN}$ 。

摩擦支柱支护效果优于木支柱或其它刚性支柱。支柱本身强度高，能多次回收复用，使用寿命为 $2 \sim 3$ 年，可大幅度降低坑木消耗。支柱结构简单，价格便宜，支设容易。摩擦支柱工作阻力受煤粉、淋水、锈蚀等因素影响很大，实际工作阻力远低于设计值，初撑力小，各支柱间载荷不均匀，支设与回收效率低，笨重，劳动强度大，回柱不够安全，顶板事故多。

升柱器 使摩擦支柱获得初撑力的工具。

升柱器分液压式和机械式两种。

液压升柱器主要由抓手、油泵、活塞缸、活塞杆、挂座、卡子等零部件构成（见下页图2）。使用时，将

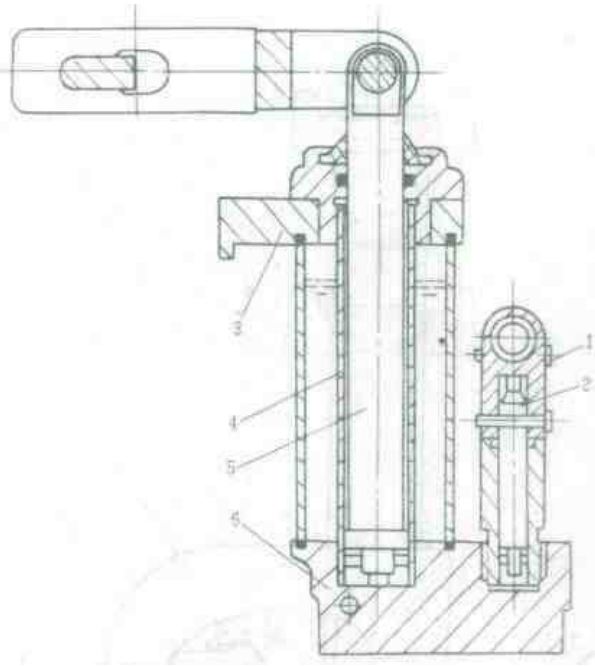


图2 液压升柱器

1—掀手；2—油泵；3—挂座；4—活塞缸；
5—活塞杆；6—底座；

液压升柱器座在或挂在摩擦支柱柱锁上，用卡子将升柱器和预先升起但尚未撑紧顶板的支柱活柱连为一体。摇动掀手，油泵将油压入活塞缸。活塞杆在油压作用下升起，带动活柱撑紧顶板，打紧支柱水平楔，撤下升柱器，支柱便可获得 20~50kN 的初撑力。

机械式升柱器利用棘轮、螺旋机构带动活柱升起撑紧顶板来获得 10kN 左右的初撑力。更原始的升柱器利用柱筒上的升柱孔和升柱楔撑紧活柱，初撑力只有 5kN。

摩擦支柱最早是 1908 年德国人设计的，本世纪 40 年代中期德国、苏联等国大量应用，60 年代逐渐被液压支柱（架）淘汰。中国于 1963 年完成 HZJA 型急增阻和 HZWA 型微增阻摩擦支柱的研制并开始推广应用，是 60 年代至 80 年代初采煤工作面主要支护用品，其工作面产量曾达到全国重点煤矿的三分之二，90 年代以来，摩擦支柱用量在小型煤矿虽有所增长，但在大、中型煤矿中已很少使用。升柱器作为摩擦支柱的配套工具，随着支柱的用量逐年减少，液压升柱器的用量也随之减少。机械式升柱器已被淘汰。

（叶道一 潘德琰）

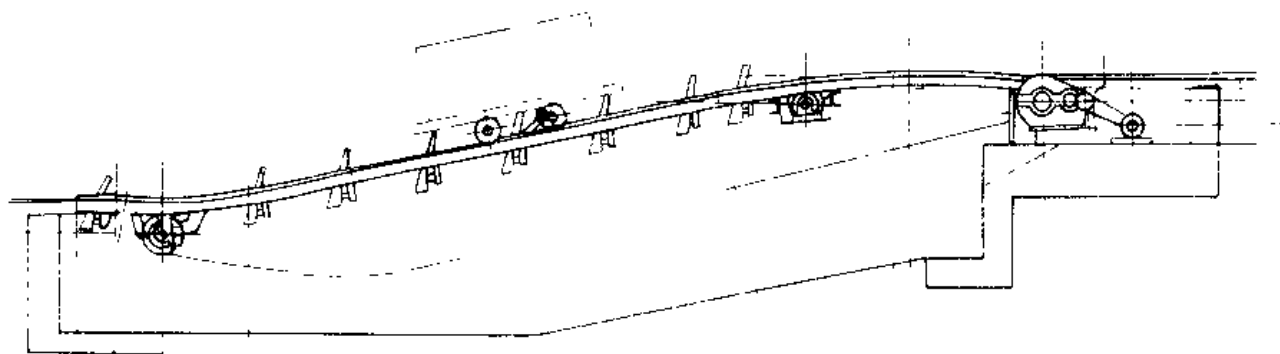
P

pacheji

爬车机 (creeper) 在倾斜轨道上将车辆从低处推到高处的设备。爬车机由驱动装置、爬车爪、牵引链(绳)、爬车导轨机架及有关附件组成(见图)。

分类 爬车机按牵引方式分为钢丝绳式爬车机和链式爬车机两种。按车辆运行方向,驱动装置在顺车行方向右侧的为右侧式,在左侧的为左侧式。

钢丝绳式爬车机 钢丝绳牵引的爬车设备。其结



爬车机

构简单,但由于爬车爪难以通过传动绳轮,只能作往复运动;电机需正反转工作,起动频繁;不能连续运输,生产效率较低,使用较少。

链式爬车机 链条牵引的爬车设备,可连续循环运转,运输能力大。由链轮、链条牵引,其他结构均与钢丝绳式爬车机基本相同。牵引链条有板链、模锻链和高强度圆环链3种,现大量采用的是高强度圆环链。

(王荣和)

padoushi zhuangzai (zhuangyan) ji

耙斗式装载(装岩)机 (scraper loader)

用耙斗作装载机构的装载机械。适用于矿山平巷和倾角 30° 以下的斜井巷道掘进装岩,其连续装载能力一般为 $15\sim 200\text{m}^3/\text{h}$ 。

分类 按驱动方式可分为电动、气动和电—液传动。按卸载方式可分为料槽卸载式和刮板转载机卸载式(见下页图1)。按行走方式分为轨轮式:履带式和

雪橇式。

工作原理 耙斗以自重座落在岩堆的上表面,钢丝绳牵引使耙齿插入岩堆抓取岩石,然后沿巷道底板进入料槽,岩石通过卸料口(或刮板转载机)卸至下面的运输设备。为了使耙斗能往复运行,采用双滚筒绞车牵引,工作滚筒的钢丝绳牵引耙斗前进,空程滚筒的钢丝绳绕过固定在工作面上的尾轮牵引耙斗后退。两个操纵手柄分别控制两个滚筒刹车带的开合,实现扒装岩石的动作。

基本结构 料槽卸载式耙斗装载(装岩)机主要由耙斗、尾轮、固定楔、绞车、车架、料槽、导向轮、托轮、操纵机构、气动推车器和电气部分等组成。

耙斗 用绞车牵引往复运动,直接抓取松散岩石或煤的斗状构件。根据物料比重的大小有不同形式的耙斗,分为耙式、箱式和半箱式。耙式耙斗没有侧板,20世纪60年代以前曾用于抓取岩石;箱式耙斗两侧有侧板,适应较软、松散、细碎的物料,半箱式耙斗,用于抓取块度大、比重大的物料(见325页图2)。

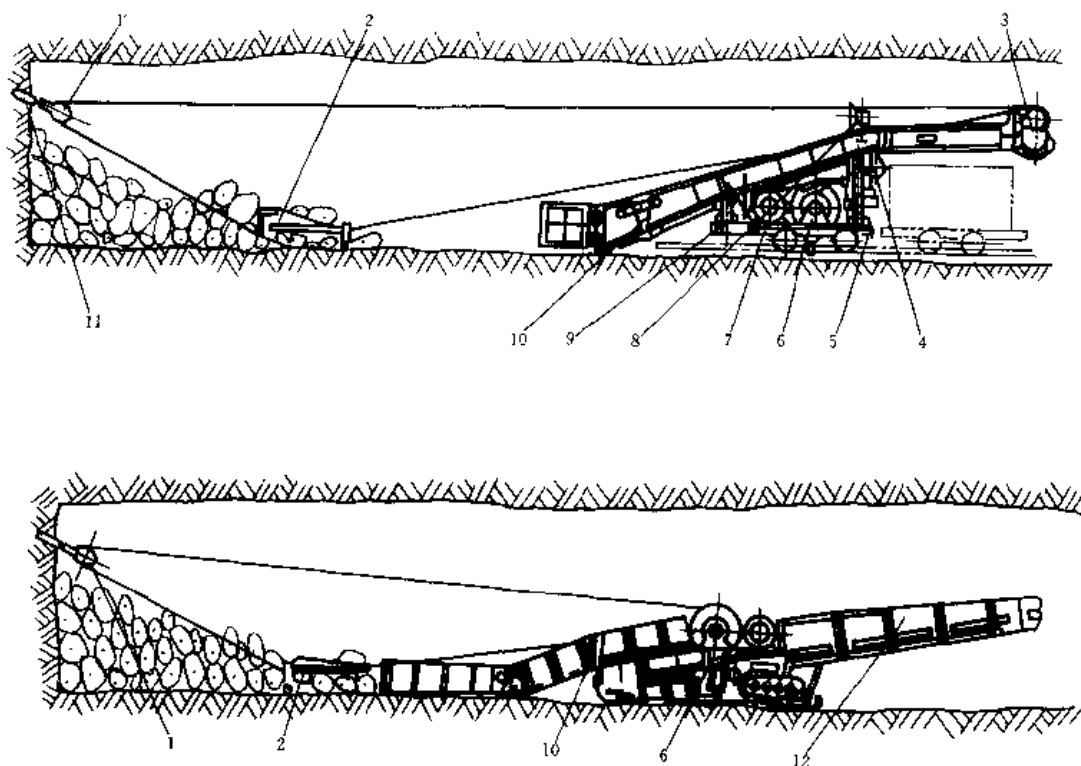


图1 耙斗式装载(岩)机工作图

- a—料槽卸载式耙斗装载(装岩)机; b—刮板转载机卸载式耙斗装载(装岩)机
 1—尾轮; 2—耙斗; 3—导向轮; 4—托轮; 5—气动推车架; 6—绞车; 7—操纵机构;
 8—电机电器部分; 9—车架; 10—料槽; 11—固定楔; 12—刮板转载机

耙斗由耙齿、尾帮、拉板、碰座等组成。耙齿有平齿和梳齿两种,均采用耐磨材料制成。尾帮和耙齿相连接,下面的倾斜部分不能太长,以利清除迎头岩石;尾帮后面有两个有2~3个孔的耳板,用于连接牵引钢丝绳和调节耙斗的插入角,拉板安装在尾帮的左、右两侧和碰座相连接。箱式和半箱式耙斗的拉板下面还有侧板,防止在扒取过程中松散细粒物料向两侧溢出。耙斗主要参数如下。

1) 耙角 指耙斗在静止水平位置时耙齿齿端内侧与水平面所成的夹角 α (见下页图3)。耙角大小直接影响耙斗的插入情况和装载效果,用于平巷时,耙角一般为 $50^{\circ}\sim 55^{\circ}$;用于倾角 $< 20^{\circ}$ 斜井时,耙角约为 $65^{\circ}\sim 75^{\circ}$;用于倾角 $> 20^{\circ}$ 斜井时,耙角约为 $70^{\circ}\sim 75^{\circ}$ 。

2) 斗容 在一定长、宽、高尺寸的耙斗内能装载物料的理论体积(m^3)。三者的比例一般为2:1.5:1。过高、过长、过宽均会影响耙斗的稳定性和增加耙斗式装载(装岩)机的长度和宽度。

3) 耙斗重量 耙斗的重量根据扒取的物料比重和块度的大小决定,以耙斗的单位宽度重量表示。扒取硬岩和大块物料时,一般为 $5\sim 6\text{kg}/\text{cm}$ 。扒取软岩和松散细粒时为 $3\sim 4\text{kg}/\text{cm}$ 。

耙斗的各项参数选择合适时,耙斗的重心在耙斗两端钢丝绳牵引点的连接线以下,运行比较平稳,扒取岩石时一般在 $3\sim 4\text{m}$ 的行程内即能扒满,装满系数甚至可以大于1.0。

尾轮 悬挂在工作面端头的固定楔上,用于绕挂钢丝绳,由吊钩、绳轮和侧板等组成。吊钩要求能承受较大的拉力;绳轮轮槽处要有一定的硬度,以提高使用寿命;侧板与绳轮的间隙要小,以防止钢丝绳卡入。

导向轮、托轮 安装在机器的后部和中部,对钢丝绳起改变方向和支托作用。

绞车 是耙斗的牵引机构(见耙斗式装载(装岩)机绞车)。

操纵机构 控制耙斗往复运动的装置。两个操纵杆分别与绞车两个滚筒的刹车闸带连接。当进行扒装工作时,司机操作操纵杆,通过连杆使刹车闸带刹紧或放松。当闸带刹紧时,其相应的滚筒就由电动机(通过变速机构)带动运转,成为主动滚筒,拉紧钢丝绳牵引耙斗运动。此时另一滚筒的闸带松开、滚筒可以自由转动。由于钢丝绳反向牵引,成为逆转的被动滚筒而放出钢丝绳。如此交替操作,一个刹紧另一个松开、耙斗即实现往复动作。

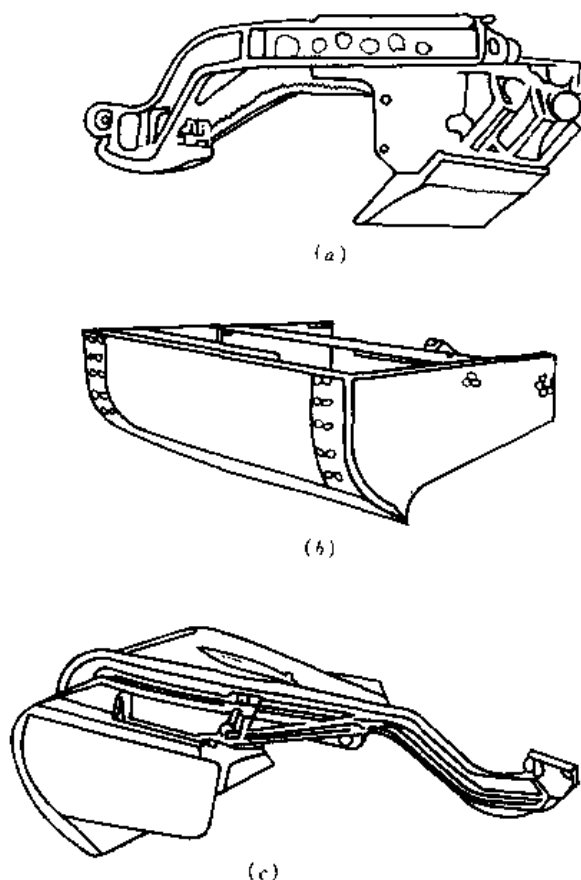


图2 耙斗外形图

a—耙式耙斗；b—箱式耙斗；c—半箱式耙斗

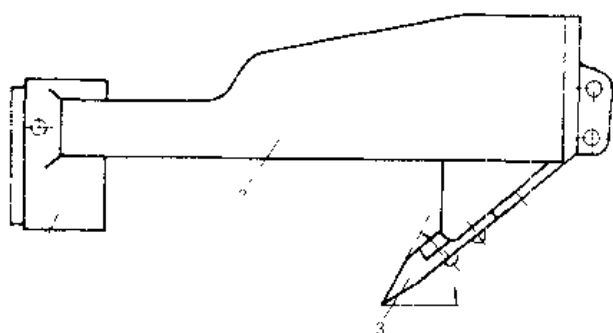


图3 耙斗结构

1—碰座；2—拉板；3—耙齿；4—尾帮

电气部分 由矿用隔爆型的电控箱、照明灯、控制按钮、电动机等组成。由于耙斗在扒岩过程中瞬间负荷远远大于平均负荷，因此要求电动机的最大转矩为额定转矩的2.8倍以上，以免堵转。

车架 是该机的行走部分、并用来支撑整机的重量。车架下装有两副供整机在轨道上推行的轮对及供需要时使用的卡轨器。车架内装有一个气动推车架，当料槽下方的矿车装满岩石后，开动推车架将矿车推出。

料槽 耙斗扒取岩石后通过料槽卸载到运输设备中。为了便于运输和安装，料槽分成几节，由起导向作用的挡板、进料槽、中间槽、卸载槽组成。料槽底板采用耐磨的低合金稀土钢板。刮板转载机卸载式耙斗装载(装岩)机只需进料槽，当岩石被耙斗扒入进料槽后即由刮板转载机运至后部卸载。

使用特点 耙斗式装载(装岩)机可使装岩与凿岩工序平行作业，爆破后先把迎头的岩石迅速扒出，即能进行凿岩作业，与此同时，可将尾轮悬挂在左、右帮上进行装岩作业，缩短了掘进循环的时间。

为了缩短调车时间，当掘进断面较大时，在耙斗式装载(装岩)机后面联接调车盘，成为带调车盘的耙斗装载(装岩)机。从而实现机械化调车，提高装岩能力，但一般须铺设双轨。如果在单轨巷道掘进，在宽度允许的情况下，也可在耙斗式装载(装岩)机后面铺设调车盘或用人工调车的浮放道岔，以减少调车时间。

耙斗式装载(装岩)机用于掘进斜井时，除已有卡轨器外，必须另置一套防止机器滑移的阻车装置。如后面配用箕斗，由于箕斗较长，可在中间槽和卸载槽之间另加一节中间接槽，以延长卸料口位置，使箕斗装满，此时为了保证机器的稳定性，可在卸载槽后部两侧增添一对撑脚。

耙斗式装载(装岩)机在90°弯道中使用时，只能采取分段扒取的方法。

简史 耙斗式装载(装岩)机是从耙矿绞车发展过来的，20世纪20年代已开始应用，当时的耙斗重量轻，形状不合适，扒岩效率低。60年代，耙斗的形状和重量等参数有较大的改进，使扒岩效率提高一倍以上。同时，绞车采用多级行星轮传动。法国、德国、波兰等主要产煤国家在60年代由于推广耙斗式装载(装岩)机，装岩机械化程度迅速提高。中国在60年代初研制成功第一台耙斗式装载(装岩)机，70年代又进行了改进，由于它结构简单、使用范围广并形成系列，在煤矿大量使用，还在斜井掘进中多次创造优异成绩。

(张芳庭)

padoushi zhuangzai (zhuangyan) ji jiaoch

耙斗式装载(装岩)机绞车 (scraper loader hoist)

耙斗式装载(装岩)机中牵引耙斗运动的装置。能使耙斗往复运行，迅速换向，并适应冲击负荷较大的工况，一般均为双滚筒结构，也有三滚筒结构。它与耙斗、尾轮还可组成耙矿绞车。

分类 按动力分为电动、气动和电—液传动三种。按传动方式分为行星传动式和内胀式两种。

行星传动式绞车 通过行星传动机构使滚筒转动,由驱动机、减速箱、工作滚筒、空程滚筒、刹车闸带和辅助刹车等组成(图1)。

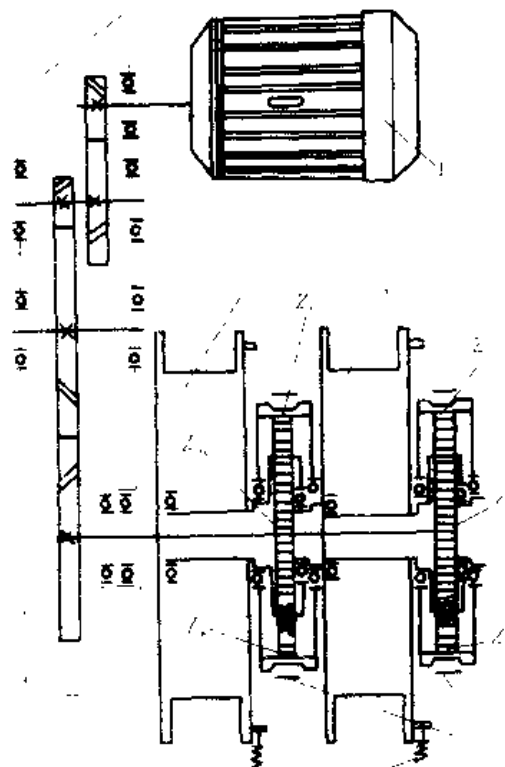


图1 行星传动式双滚筒绞车传动系统

1—驱动机; 2—减速箱; 3—工作滚筒;
4—空程滚筒; 5—刹车闸带; 6—辅助刹车

(1)驱动机 有电动机和气动机两种。电动机噪声小,但堵转后易损坏;气动机噪声较大,堵转不易损坏。

(2)减速箱 将驱动机的旋转运动减速后传到滚筒。

(3)工作滚筒 牵引耙斗进行扒装工作。采用行星传动,在与滚筒相联接的行星轮架上装有多行星齿轮,每个行星齿轮都与中心齿轮外切啮合;行星轮的外面装有一个内齿圈,与各行星轮内切啮合,内齿圈的外圆装有刹车闸带。

(4)空程滚筒 牵引耙斗回程的滚筒,其结构与工作滚筒相同。由于耙斗回程运行时负荷较小,回程速度可较快。

(5)刹车闸带 包在内齿圈外面与操纵机构相连接,刹紧内齿圈以控制耙斗的往复运动。刹车闸带由钢带、石棉带、铆钉、拉杆、手柄等组成。考虑调换时拆装方便,可以分成左右两半,中间用

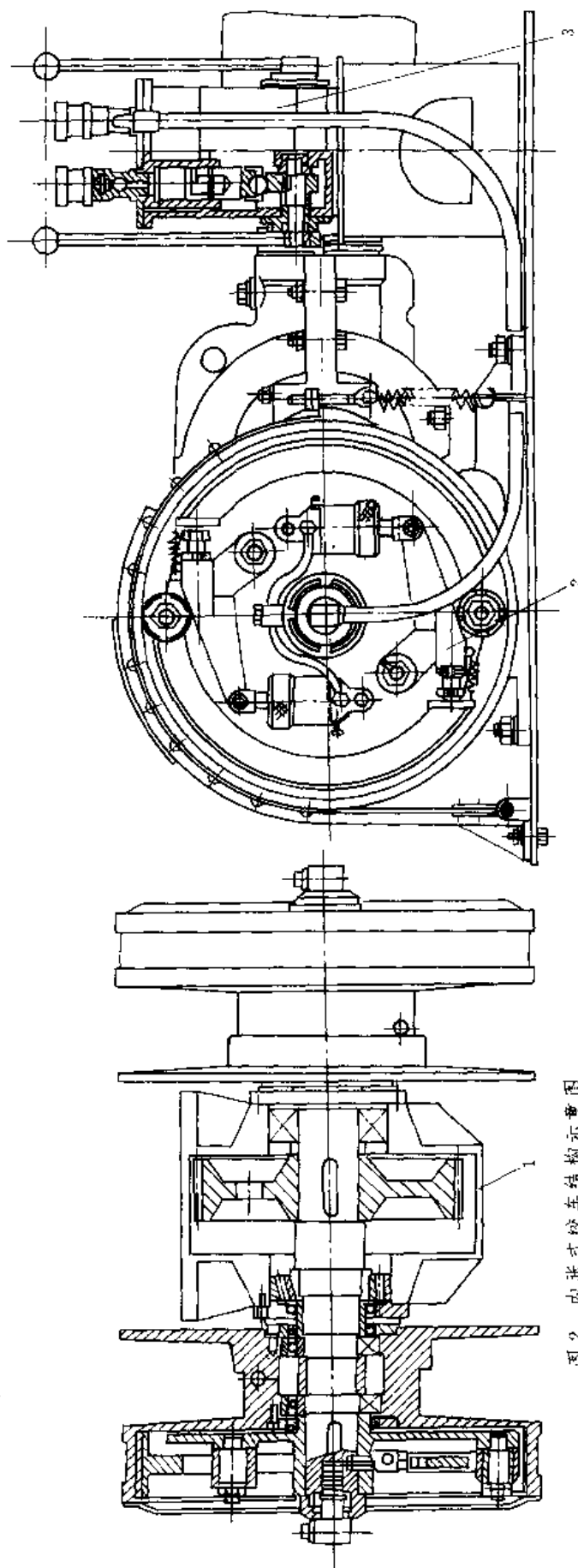


图2 内张式绞车结构示意图
1—减速器; 2—离合传动装置; 3—操纵机构



圆头销固定。

(6) 辅助刹车 用来阻止因惯性而引起的滚筒旋转, 以防止乱绳和压绳。

三滚筒绞车是由一个工作滚筒和两个空程滚筒组成。工作时只要在工作面的左右两侧各安装一个固定楔, 挂上尾轮, 两个空程滚筒的钢丝绳分别绕过两个尾轮连接在耙斗尾帮上, 控制两个空程滚筒的操纵手柄, 耙斗就可在扇形面积内扒取物料, 不需要再移动尾轮。

内胀式绞车 通过液压缸使旋转的闸带闸住滚筒, 从而带动滚筒转动的绞车。由电动机、减速器、离合传动装置、操纵箱和油管等组成 (见上页图 2)。

(1) 减速器 将电动机的旋转运动减速后传到伸出减速器左右两端的长轴上, 长轴的左右伸出端用来装配离合传动装置。

(2) 操纵箱 由箱体、凸轮、操纵轴、活塞杆、液压缸等组成。

(3) 离合传动装置 由工作滚筒、空程滚筒、液压缸、离合圈、离合盘、闸带等组成。工作滚筒、空程滚筒套在减速器伸出轴的左右两侧, 传动装置安装在滚筒一侧。减速器长轴转动时, 滚筒不转, 而传动装置跟着轴旋转, 只有当操纵箱向液压缸供油, 使闸带顶住滚筒边缘内圈时才带动滚筒旋转。

(张芳庭)

parshui shebei

排水设备 (drainage equipment) 把矿水由井下排至地面或从较低标高排至较高标高的设备。排水设备由水泵、充水装置、动力设备和管路等组成, 分为固定式和移动式两种。固定式排水设备的水泵机组固定安装在泵房内 (或泵井内)。矿井主排水设备、辅助排水设备、区域排水设备和中央排水设备等均属此类。矿井主排水设备的任务是把全部或大部矿水排至地面。辅助排水设备: 把主排水设备所处水平以下局部集水, 排至主排水平或其水仓排水沟的设备。区域排水设备: 把矿井某区域内的水排至地面的设备。中央排水设备把汇集一起的几个矿井的水排至地面的设备。移动式排水设备的水泵无固定安装地点, 随采掘工作面的前进或水位的下降而移动。如掘进时或淹没井巷的排水设备等。

水泵 将机械能转化为水内能的机械 (见水系)。

充水装置 离心泵只有在泵内充满水时才能启动。常用的离心泵充水装置有储水箱、真空泵、射流泵和升压泵等。潜水泵和深井泵及泵房低于水仓的离心泵始终处于充水状态, 无需充水装置。

储水箱 设在水泵上方, 为一带有射流管的气密

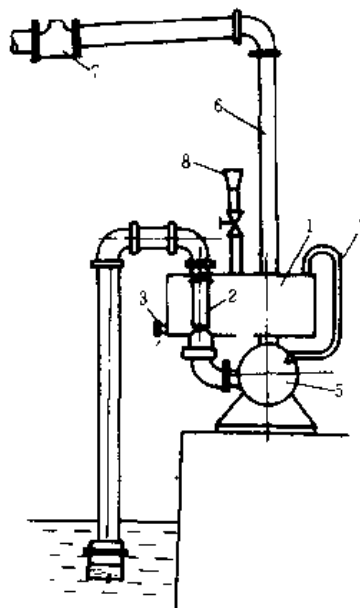


图 1 储水箱及其安装示意图

1—储水箱; 2—射流管; 3—排污口; 4—平衡管;
5—水泵; 6—排水管; 7—逆止阀; 8—注水漏斗

水箱 (图 1), 它使水泵始终处于充水状态。适于小型水泵自动化。

真空泵 使泵腔和吸水管形成一定真空而使水泵充水。一般使用环式真空泵, 适用多台大中型水泵的自动化, 通常装设两台。

射流泵 又称射流喷管 (见下页图 2), 它将排水管内压力水引入射流喷嘴形成一股高速射流, 带走喷嘴周围空气并造成一定真空, 使泵和吸水管内的空气被吸进混合室, 形成气水混合物经颈口和扩散管排出, 使吸水管和水泵充水, 此法不仅取消底阀, 还能改善汽蚀性能, 且比真空泵简单, 不占泵房面积, 维修量小, 已获得广泛使用, 但第一次充水需采用其他措施。

升压泵 装在主泵的吸水管上, 供给主泵压力水 (升压泵与主泵的组合又称子母泵)。它可增加主泵引水高度, 但增加设备和投资, 适用于汽蚀余量大的水泵。

排水管路 主要用途是输水。由排水管、吸水管 (潜水泵和深井泵无吸水管)、管件、阀门及管路支撑等组成, 通常沿井筒安装。潜水泵排水有的把整条管路吊装在井筒或大口径钻孔内, 钻孔排水则利用钻孔套管作排水管路。

排水管和吸水管 通常为无缝钢管。压力不超过 1MPa 的小直径管可用输送水煤气的钢管, 井深较浅的斜井 (巷) 可用铸铁管。压力不超过 6.5MPa 者可用

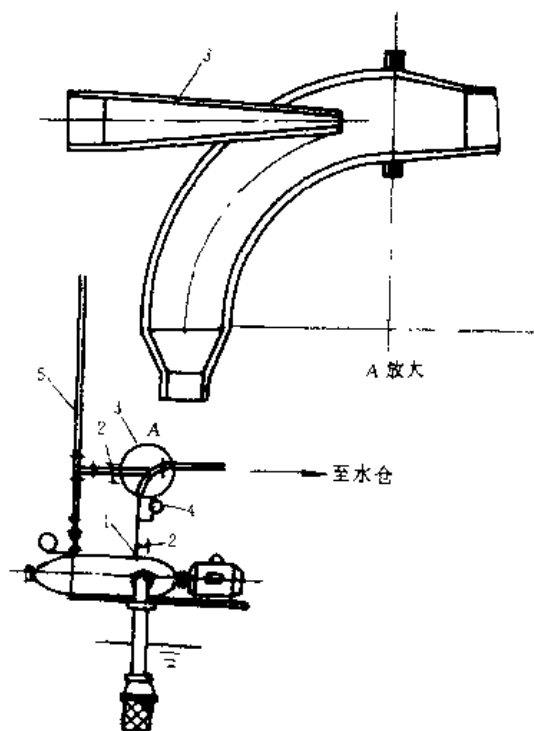


图2 射流泵及其安装位置示意图

1—放气栓接头；2—阀门；3—喷嘴；
4—真空表；5—排水管

直缝高频焊接钢管,近年研究采用塑料管、玻璃钢管用于矿井排水。

管件 有一般管件、支撑管件、连接管件和伸缩器等。一般管件有弯管、三通、异径管、连接短管等。支撑管件有管座和导向卡。连接管件有丝扣管箍、法兰、快速柔性管箍等。法兰连接曾被广泛使用,现已为快速柔性管箍和焊接所取代。用快速柔性管箍连接,可取消伸缩器。井筒管路全部焊接并用密集的管卡固定者有的也不设伸缩器。

阀门 有闸阀、逆止阀、底阀、配水阀以及其他辅助用小口径阀门。闸阀有手动、电动和液动三种。电动和液动闸阀用于压力和通径较大的场合。

管路支撑 有支承梁(管座梁)和防弯梁两种。支承梁用来固定管座并承担其作用力,防弯梁用来固定导向管卡。

动力设备 有电动和气动两类。电动的由电动机、电控设备等组成,有的还包括排水自动化器件。应根据使用场所的瓦斯情况分别选用矿用一般型或矿用防爆型。气动设备由气动马达和控制器件组成。矿井排水广泛使用电动设备。

电动机 矿井排水用电动机属轻负荷起动,常选用笼型异步电动机。绕线异步电动机只在电网不允许

直接起动而用笼型电动机降压起动不能满足要求时才使用。功率很大者可采用同步电动机。在煤(岩)与瓦斯突出矿及瓦斯矿的采区应使用矿用防爆型。

电控设备 笼型异步电动机常直接起动,低压的常用磁力起动器或真空接触器等,高压的常用高压少油开关柜或高压真空开关柜。潜水泵有的配带专用开关柜,不允许直接起动时,须降压起动,低压笼型异步电动机常用星三角形、延边三角形、自耦变压器等降压起动控制箱(屏);高压笼型异步电动机常用带电抗器的高压综合起动器。绕线异步电动机多用频敏变阻器起动。

排水自动化器件 有水位控制器、自动充水装置、自动阀门、水力保护和监测器件以及其他保护器件等。水位控制器常用的有电极式。自动阀门有电动阀、水力阀和电磁阀。水力保护和监测器件有流量继电器、压力继电器和平衡盘继电器。此外还有轴承温度保护、电动机温度保护等。

参考书目

1. 符·斯·巴克,符·格耶尔著,《矿山通风排水设备》,煤炭工业出版社,1957。
2. 白铭声等编,《流体力学与流体机械》,煤炭工业出版社,1980。

(徐培铎)

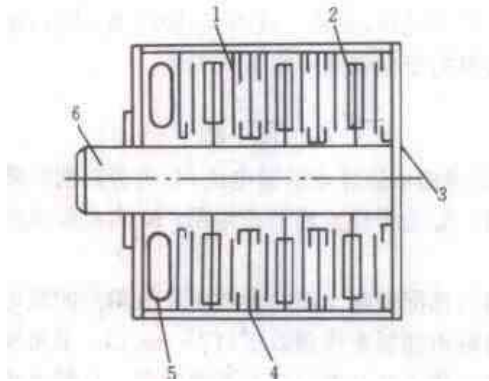
panshi zhidongqi

盘式制动器 (disc brake) 利用盘式摩擦副阻力矩制动的装置。除了作为制动器使用外,还可以作为各种中低速重载齿轮传动箱或液压传动装置等试验时的加载装置。它具有结构简单、紧凑、输出转矩平稳等特点。

基本结构 盘式制动器由环状定摩擦片、环状动摩擦片、中心轴、气囊(或气缸)、冷却水道盘及外壳等部件组成(见下页左图)。一片环状定摩擦片和若干块环状动摩擦片组成一副盘式摩擦副。一般有2~4副摩擦副交错并行排列在制动器壳体内。

工作原理 工作时,由驱动装置通过被制动对象带动制动器中的动摩擦片旋转,定摩擦片则与外壳相联并固定在底座上。向气囊(或气缸)注入一定压力的压缩空气后,诸摩擦片受有相同的轴向推力并产生轴向位移,在各摩擦面相贴合后,旋转中的动摩擦片与定摩擦片之间就产生摩擦阻力矩。摩擦阻力矩由制动器的摩擦副数量、摩擦面的当量直径和气压决定,通过控制输入气压来调节阻力矩的大小。在摩擦片之间产生摩擦阻力矩的同时,摩擦片表面将产生大量的热量,为保持制动器良好的工作性能,应向制动器的冷却水道

盘内注入冷却水,对摩擦片进行强制冷却,从而保证制动器中的摩擦阻力矩稳定,延长使用寿命。



盘式制动器结构示意图

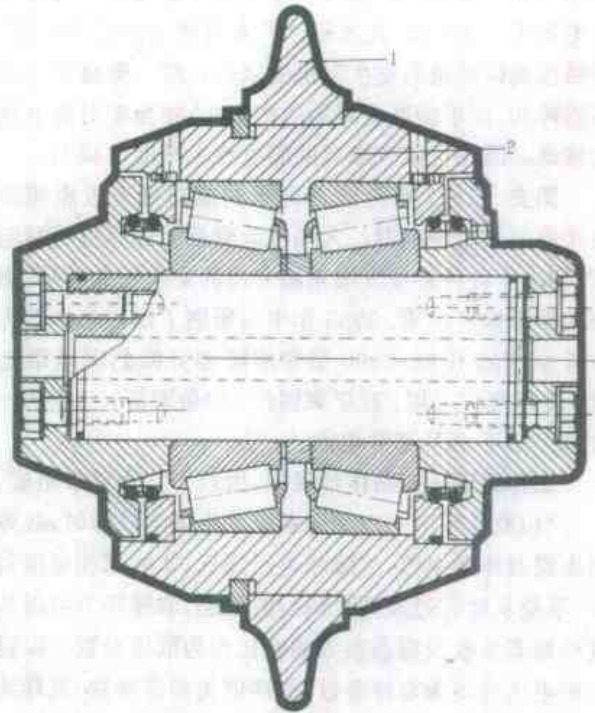
1—定摩擦片; 2—动摩擦片; 3—外壳
4—冷却水道盘; 5—气囊(或气缸); 6—中心结

主要技术参数

摩擦阻力矩为	0~138000Nm
中心轴转速为	0~100r/min
连续运转时热传递能力为	0~432kW
间断运转时,热传递能力为	0~615kW
冷却水流量为	2~315L/min

(周国庆)

滚刀的出现,刀圈刃部逐渐演变为等截面形,镶齿式刀圈是将硬质合金柱齿镶入刀圈刃部,其质量取决于柱齿与柱齿孔的配合精度、粗糙度及刀圈基体硬度。



单刃盘形滚刀

1—刀圈; 2—刀体

panxing gundao

盘形滚刀 (disc cutter) 以刀圈周边滚压岩面破碎岩石的刀具(见右图),多用于全断面掘进机和反井钻机。

分类 按刀刃的数量,可分为单刃和多刃两种。

单刃盘形滚刀 只有一列刀刃,按结构又有整体式和镶齿式两类。整体式单刃盘形滚刀的刀圈由同一种合金钢制成,应用最广泛,适用岩石硬度等级的范围较大,但对于坚硬岩石,尤其是用作边刀时耐磨性欠佳。镶齿式单刃盘形滚刀是在刀圈刃口处镶嵌柱齿硬质合金,耐磨性较好。

多刃盘形滚刀 有两列及两列以上的刀刃,可减少刀盘上安装滚刀的数量。但当载荷相同时,由于有多列刀刃分摊,会使刀具的切深减小,掘进速度降低,且多刃盘形滚刀的多列刀刃紧靠在一起,也不利于滚刀的滚动,会加剧刀圈磨损,故较少采用。

基本结构 盘形滚刀由刀圈、刀体构成。

刀圈 是直接接触岩石并滚压破碎岩石的零件,通常选用中碳合金钢等耐磨钢制成。早期刀圈刃部多为楔形,随着掘进机主机驱动参数的提高,以及大直径

刀体 是支承刀圈并与刀座连接的组件。刀体由轴承、密封件、主轴、端盖等组成。轴承有标准轴承和非标准轴承两种。轴承可适应径向和轴向负荷,标准轴承通常选用一组重型圆锥滚子轴承,装配时调整隔离圈的距离,使两个圆锥滚子轴承处于无间隙的工作状态。非标准轴承通常由一组向心滚子轴承和一组推力滚子轴承组成,其特点是将向心滚子轴承的外圈或内圈用刀体壳体或主轴代替,因而径向的结构比较紧凑,刀体重量较轻。密封一般采用成对金属端面浮动密封环,它能使轴承较长时间处于良好润滑条件。标准轴承组合的刀体选用稀油润滑,非标准轴承刀体则采用油脂润滑。

(戴元杰)

panglu jiedi baohu

旁路接地保护 (grounding shunt protection)

一种具有在隔爆外壳内旁路漏电故障相,以减小故障点漏电流功能的漏电保护。它由取样环节、旁路开关和漏电跳闸继电器组成。人身触电电流取决于矿井电网的对地绝缘电阻,电网每相对地电容。电网每相对

地电容值的大小取决于电缆的总长度。在 660V 或 380V 的炮采、炮掘采区,电缆的总长度大都超过 2km,在这种情况下,漏电流主要取决于对地电容的大小。当电压为 660V, $C=0.5\mu\text{F}$ 和人身电阻为 $1\text{k}\Omega$ 时人身触电电流为 154mA,大大超过了人身触电的安全电流。旁路接地保护是当发生漏电故障时,用一旁路开关分路故障相。由于旁路支路的阻抗很小,相当于对地金属性接地,因此可使故障点的漏电流大幅度地减小。

简史 1977 年苏联首先研制成功具有故障相旁路功能的漏电继电器,大幅度地降低了故障点的漏电流,解决了各种补偿方案不能完成的安全任务,因而很快获得了推广应用。1985 年中国研制了以稳态参数为取样原理的 JL83-660 型带故障相旁路的漏电继电器,现已推广应用。近年来国外(如俄罗斯)已将这一技术应用于 6kV 矿井电网。

工作原理 旁路接地保护,由以下几个环节组成:

(1) 取样环节 当供电系统发生漏电故障时,故障相出现对地漏电流,故障相电压降低,非故障相电压升高,系统从暂态过渡到故障后的稳态。取样环节可以从这些暂态参数或稳态参数的变化作为取样参数。以健全相电压升高为取样参数,取样值为稳态参数,取样速度较慢,取样时间大于 20ms。以漏电流和故障相电压的暂态值为取样参数的取样环节取样速度快,可在小于 20ms 的时间内完成取样任务。取样信号经鉴别比较形成动作指令,同时发送至旁路开关和漏电跳闸继电器。

(2) 旁路开关 是完成对地旁路故障点的执行机构。可以用一般有触点开关,电压超过 1000V 的网络中也可以由高压真空接触器组成。应用半导体开关可快速旁路故障点。在开关装置内的馈出端设置三个单

相旁路开关,每相旁路开关的一端相应地接于一相的馈出端,另一端接隔爆外壳的内接地螺栓。根据需要可在每旁路支路中设置适当的限流电阻。当发生漏电故障时旁路开关动作,旁路了故障点,使故障点的漏电流降低。旁路的安全效果可用下式表示

$$I'_1 < I_1 \frac{R_1}{R_0 + R_1}$$

式中 I'_1 为旁路后故障点的漏电流; I_1 为旁路前故障点的漏电流; R_0 为旁路支路的总电阻; R_1 为故障点的接地电阻。

适当的选配旁路支路的参数可使故障点的漏电流降至人身触电摆脱电流值以下 (7~9mA)。采用快速取样和半导体旁路开关可使全旁路时间(从漏电故障发生的瞬时至故障点被旁路的时间)大幅度减小,达到防止漏电火花外露而引燃甲烷—空气混合物。

(3) 漏电跳闸继电器 取样信号以鉴别比较后同时发出旁路指令和漏电跳闸指令。接到跳闸指令,继电器动作,开关跳闸,切断漏电故障。

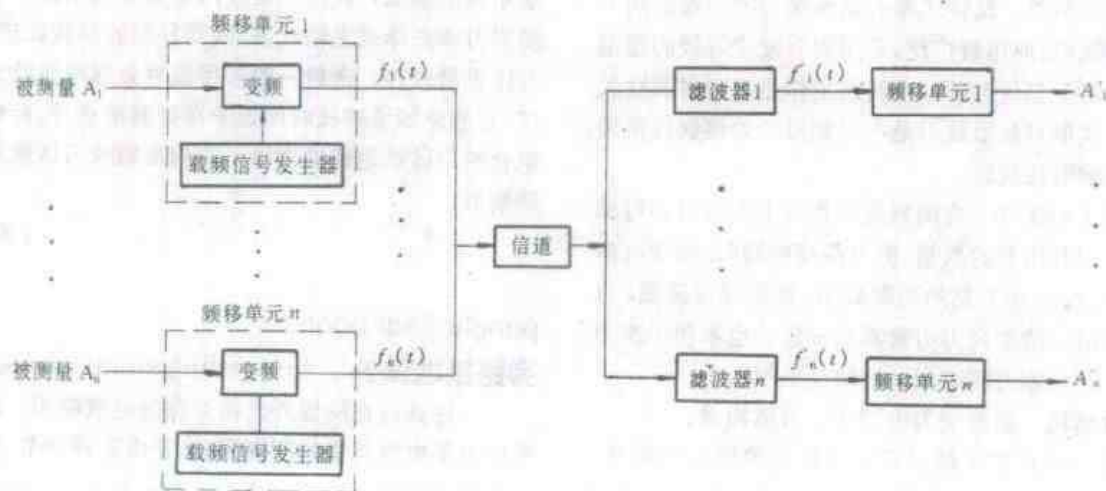
(张丙军)

pinfenzhi chuanshu xitong

频分制传输系统 (frequency-division transmission system)

在公共信道可传输的频带中,按频谱分割成若干个较窄频段的独立传输信道实现多路传输的系统。传输系统由发送设备、接收设备及信道组成。把地面中心站、分站、传感器及现场控制设备等联系在一起,使井上、下的现场环境、工况参数传输到地面中心站,中心站发出指令传输到现场设备。这些参数指令以电信号的形式在信道中传输。

基本原理 在发送端将各路信号 A_n 经不同的频



频分制传输框图

移单元(载频调制器)移到不同的频段,变成各路已调载频信号 $f_c(t)$,然后进行合并以综合成多路信号,在公共信道上传输。在接收端,利用一组中心频率不同的带通滤波器将各路已调载频信号分离出来,形成 $f_c'(t)$,再经相应的频移单元(载频解调器)解调便得到各路信号 A_n' (见上页图)。在不同的系统中,发送端各路信号可以是幅值、频率、脉码等,一般说来,采用频率和脉码方式的抗干扰能力较强。

频分制传输不象时分制那样需要严格的同步,但对信道的线性度和频率稳定度要求较高。

简史 60年代到70年代,英、美、德等国煤矿频分制传输系统应用发展较快,主要用于胶带、刮板输送机的集中控制和环境监测。这些系统的传输频率大多安排在音频范围内,具有代表性的系统是德国的TF200系统,它是在340Hz到9600Hz频率范围内安排52个频率,即在一对芯线上最多可传输52个测点,并下发送端信号 A_n 是采用5~15Hz的频率信号。在地面被解调的信号 A_n' 为电压信号,可以送记录仪记录曲线或被计算机采样进行数据处理。

70年代频分制传输方式在中国煤矿应用较为广泛,特别是十二路载波技术的推广应用,它所选用的频率范围大多在11kHz到96kHz之间,具有代表性的产品是AYJ型瓦斯5点遥测仪,一对芯线可监测5个瓦斯测点,地面有5个记录仪记录各自对应的瓦斯值。

(陈 林)

pinpu fenxiyi

频谱分析仪 (frequency spectrum analyzer)

以傅里叶变换为基本数学工具,对动态信号实行从时域到频域转换的一种综合分析仪器。主要用于研究动力过程的传递和衰减机理,测定结构的传递函数、振型和结构动力反应的各种模态参数以及设备的运行状态识别和故障诊断。根据工作原理及组成的不同,可分为电谐振式频谱分析仪、滤波器式频谱分析仪和实时频谱分析仪3种。

电谐振式频谱分析仪 这是最早出现的一种频谱分析仪,它利用电谐振的办法,即由电感、电容和电阻组成振荡回路,使振荡器频率与被分析信号的某个谐波分量和频率相吻合,从而产生谐振。谐振时的频率即为被分析谐波的频率,谐振器的指示值即为被分析谐波的幅度值。

滤波器式频谱分析仪 通过对输入的动态信号作带通滤波,从而选择需要的频谱,谐波的频率分量由滤波器的滤波频率值给出,滤波器指示的幅值即为被分析谐波的谱值。它们一般做成外差式频谱分析仪。

实时频谱分析仪 新发展起来的一种频谱分析仪。它把振动与噪声分析技术与数字技术结合起来,利用电子计算机,通过快速傅里叶变换对输入信号作分析处理,分析功能与分析速度有了显著的提高。它可以快速、实时、精确和自动地分析处理随机数据,具有下列全部或部份功能:输入信号保持、傅里叶正变换、傅里叶逆变换、自功率谱、互功率谱、自相关函数、互相关函数、传递函数、相干函数、输入波形的平均平滑处理、窗函数处理、数字滤波、概率密度函数、褶积和褶积谱、微分和积分等。实时频谱分析仪可分为由硬件或软件快速傅里叶变换来实现其功能的两种类型。采用硬件实现快速傅里叶变换的频谱分析仪是一种专用计算机,它处理速度快、分析频率高,但分析处理功能较少。采用软件实现快速傅里叶变换的频谱分析仪,是以小型通用计算机作为数据处理中心,配合相应的软件以及模数转换器、外围设备等,它组合方便、功能齐全。

世界各国生产的实时频谱分析仪的主要技术参数范围如下:分析频率范围0~1MHz;实时分析频率范围0~100kHz;动态量程60~75dB;频率分辨率32~1600线;输入通道数1~6。

(刘 邦 雷)

pinghengchui

平衡锤 (counterbalance) 提升容器的提升平衡载荷装置,它可以减小提升钢丝绳的静张力差和减小电动机容量。在双钩提升系统中,一钩为罐笼或箕斗,另一钩为平衡锤,平衡锤的重量一般是另一钩的容器自重加二分之一提升载荷。单容器带平稳锤提升,并筒断面小,井口和井底运输设备简单,便于多水平提升,在采用摩擦式提升机时应用较多。

平衡锤由悬挂装置、导向罐耳、框架和平衡重块组成。悬挂装置与提升容器所用相同,导向罐耳根据平衡锤的结构和罐道形式而定,框架一般由型钢焊接而成。平衡重块为铸铁件,其单件重量和形状需考虑便于装卸及在框架内的安装定位。近年来也有用铁砂及箱体框架作为平衡锤体。

为适应提升要求,平衡锤体也可作成辅助载人或载物的罐笼形式,此时平衡锤体除满足重量要求外,还需达到罐笼的结构要求。

(王荣相)

puwang zhijia

铺网支架 (support with mesh-laying device) 具有铺网功能的液压支架。支架有独立

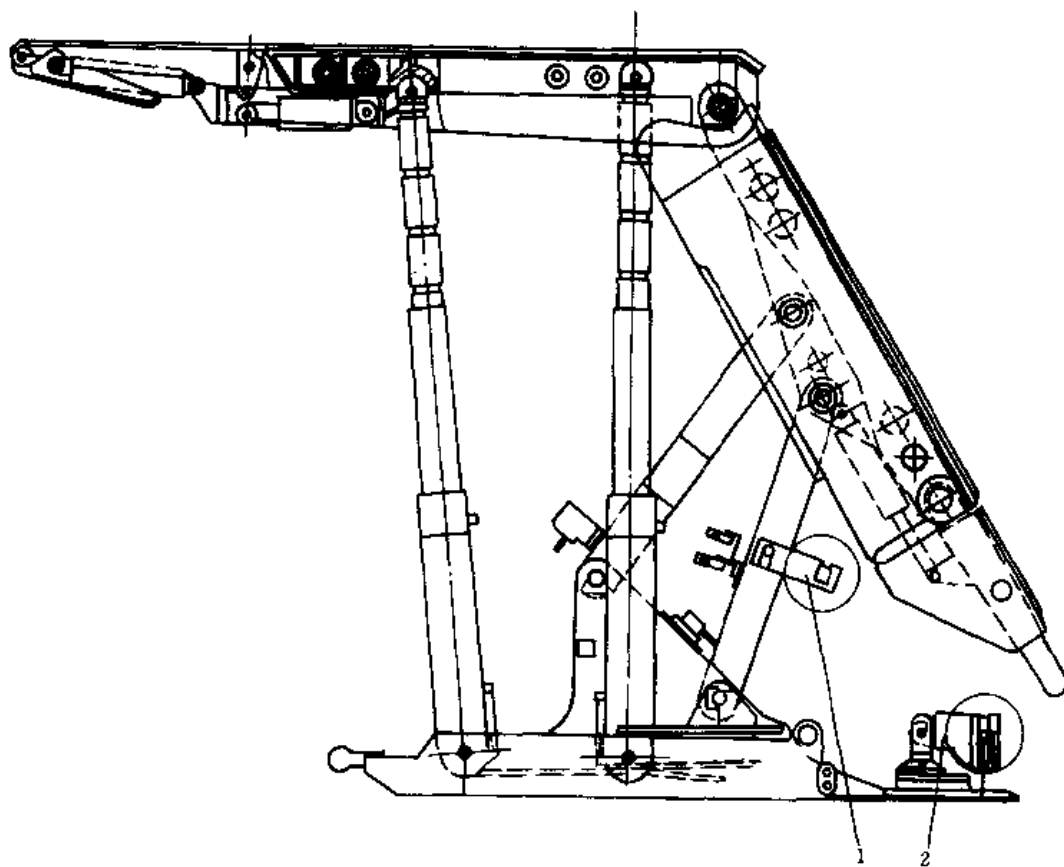


图1 支撑掩护式后铺网支架

1—本架网架；2—搭接网架

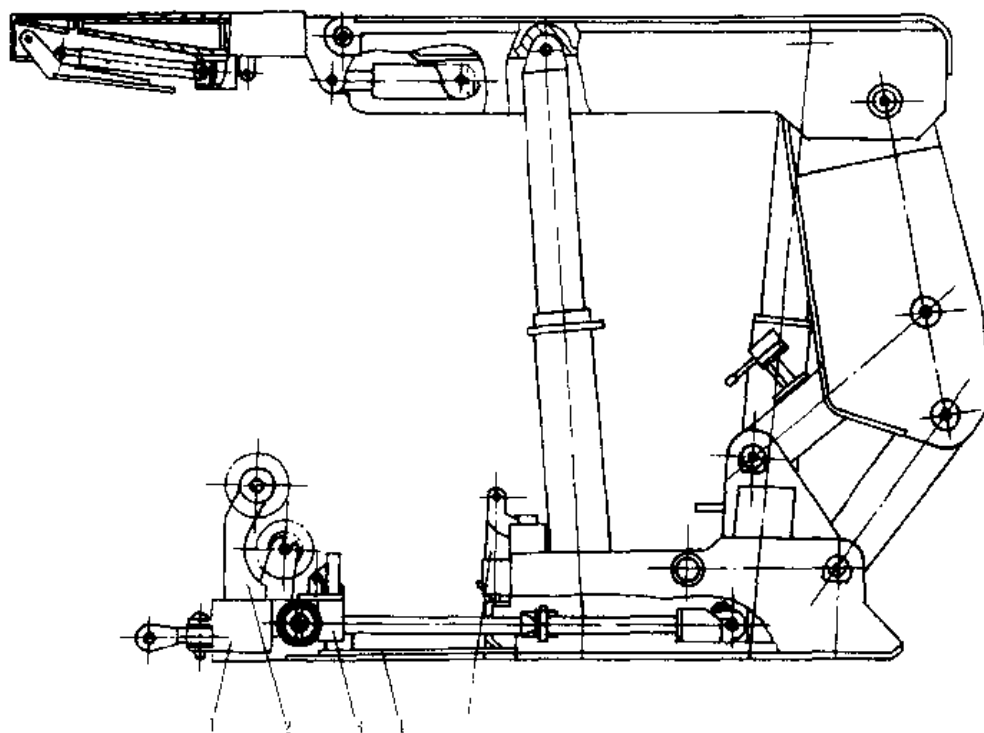


图2 支撑掩护式前铺网支架

1—S形接头；2—网架；3—前压网千斤顶；4—压网板及垫板；5—后压网千斤顶

的铺联网作业空间,铺网作业与采煤工序互不干扰;专用的铺网装置能在支架前移过程中自动将网铺设于分层底板。多数采用手工联网,少数用机械化联网装置。适用于缓倾斜特厚煤层倾斜分层铺设假顶的综采工作面。

铺网装置 放置网卷(金属菱形网或经纬网),在支架前移过程中能自动将网卷展开并铺向老塘的机构。根据结构不同可分为轴架式和网槽式两种。轴架式是将金属网卷穿在长轴上,轴两端用刚性支撑架或圆环链连接于支架底座。网槽式是将网卷直接放在半圆形的长槽内,网槽由两侧端板和铁管、圆钢等焊成,挂联在支架底座上。网卷均平行工作面放置,相邻的网卷

上下或前后交错布置。网垂直工作面铺设,从相邻网卷引出后部分搭接,经联网后铺向老塘底板。

铺网作业方式 根据网的宽度可将铺网作业分为窄网铺网方式和宽网铺网方式两种。窄网铺网方式:网宽为0.95~1m,多数为经纬网,少数为菱形网。每架除支架中部的网卷外,在支架之间设一搭接网卷,网间的搭接量约200mm。这种方式平均每架有两个网卷,两条搭接缝。网的搭接损耗达26%~33%,联网工作量大。宽网铺网方式:用宽约1.7m的菱形网,每架一个网卷,相邻支架的网卷上下交错布置。网的搭接量为180~200mm,搭接损耗为12%~13%,平均每架一条搭接网缝,联网工作量少。

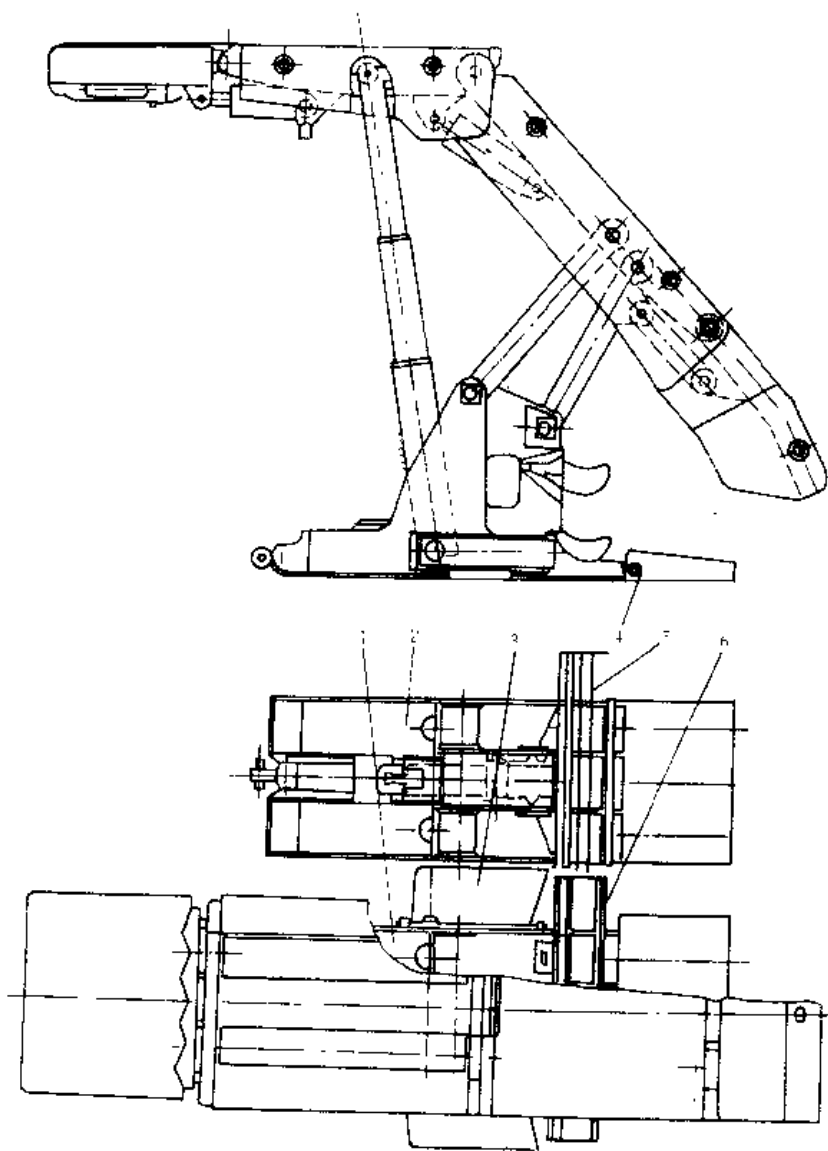


图3 掩护式后铺网支架

1—主架; 2—副架; 3—源架座; 4—联网平台; 5—上网槽; 6—下网槽

分类 根据支架形式和铺联网作业空间的位置,铺网支架可分为支撑掩护式后铺网支架、支撑掩护式前铺网支架和掩护式后铺网支架三种。

支撑掩护式后铺网支架 铺、联网作业空间在后部的支撑掩护式铺网支架(见332页图1),适用于顶板周期压力明显、直接顶中等稳定或稳定的分层工作面。特点是支架后部的铺网空间由掩护梁和尾梁构成,尾梁由千斤顶控制。图示为窄网铺网方式。本架网卷安设在后连杆上,搭接网卷安设在底座后部侧面的搭接网架上,用手工方式联网。为调整架间距离,底座一侧装有调架千斤顶。

支撑掩护式后铺网支架改变支架结构后也可采用宽网铺网方式。

支撑掩护式前铺网支架 铺、联网作业空间在前部的支撑掩护式铺网支架(见332页图2),适用于顶板坚硬周期来压强烈的分层工作面。特点是支架为短尾形式;采用宽网铺网方式,铺设两边带钩的宽式菱形网(相邻网卷网钩方向相反);支架推移杆前部连接上部带网架的S形接头;相邻网卷上下交错排列,网的搭接缝在支架的中部。向前推移S形接头,网自

动铺设于底板。然后,前、后压网千斤顶动作,将在垫板上压网板下的搭接网钩压实,使搭接网之间钩联。操作后压网千斤顶并能实现支架抬底座前移。

掩护式后铺网支架 铺、联网作业空间在后部的掩护式铺网支架(上页图3),适用于顶板周期来压不大、直接顶不稳定或中等稳定的分层工作面。铺设普通宽式菱形网,采用高架式底座,每架一个网卷,相邻支架的网卷用网槽挂连在底座上,上下交错排列。搭接缝在支架之间,铺联网空间由掩护梁和尾梁构成,尾梁的摆动由一个四连杆机构随支架升降自行控制。支架分为主架和副架,相间排列。主架底座安设下网槽和调架座(其中设有调架千斤顶),副架安设上网槽。网分别从上下网槽引出后在联网平台之间搭接,用螺旋形铁丝旋接等方式手工联网后铺向采空区。

简史 中国的铺网支架从80年代初开始研制和使用,以支撑掩护式后铺网支架使用较为广泛。1985年至1992年为铺网支架发展的鼎盛时期,以后由于采用分层采煤法逐渐减少而减少。

(黄尚智)

Q

qidianshi daishi shusongji

气垫式带式输送机 (air cushion belt convey-

or) 输送带由气垫支承的带式输送机。适合于高速输送散状物料,如煤炭、砂石、盐、谷物等。气垫式带式输送机结构简单,摩擦损耗少,便于制造维修;运行平稳,噪声小,无颠簸撒料,振动跑偏少,安全可靠;运行阻力小,可降低输送带强度,提高带速;机身采用箱形结构,支承刚性好,强度高且能够在负载状态下起动。但对于大块物料和成件物品的输送适应性差;输送带与盘槽间的气膜厚度一般在 $1\sim 1.5\text{mm}$ 之间,盘槽的加工精度和安装精度要求较高。在煤矿井下使用,受巷道底板不稳定的影响,尚有局限性。

分类 按结构分为槽形气垫带式输送机、垂直提升气垫压带式输送机、平面型气垫带式输送机三种;按支承方式分为全气垫型(输送带上、下分支均采用气垫支承)和半气垫型(输送带上分支采用气垫支承,下分支仍用托辊支承)两种。全气垫型结构较复杂,使用不普遍。半气垫型结构简单,经济实用,是目前常用的气

垫式带式输送机。

基本结构和工作原理 与常规型带式输送机基本相同,只是将机身部分的槽形托辊换成不同盘槽形状的气箱来支承输送带,并增加了鼓风装置,仍保留机头驱动滚筒、机尾改向滚筒及其前后端供输送带过渡的槽形托辊以及装料部分的缓冲托辊。工作时,输送带围绕驱动滚筒和改向滚筒回转并在稳定气垫的支承下运行。气垫式带式输送机的结构主要由驱动滚筒、改向滚筒、气箱、盘槽、鼓风机、平托辊等部件组成(图1)。气箱的盘槽结构形式有圆弧形槽、梯形槽、直边圆弧形槽、抛物线形槽和椭圆形槽,如下页图2所示。圆弧形及直边圆弧形槽的成槽性较好,装料断面较大。梯形槽容易加工,但装料断面小、生产率低、易漏风、耗能大。椭圆形槽及抛物线形槽装料断面最大,生产率高,但加工制造困难,较少采用。大型的气垫带式输送机因输送带横向刚度大,常采用直边圆弧形槽。通常气垫式带式输送机的盘槽采用圆弧形槽。

简史 1892年和1904年,美国人康宁(F. G.

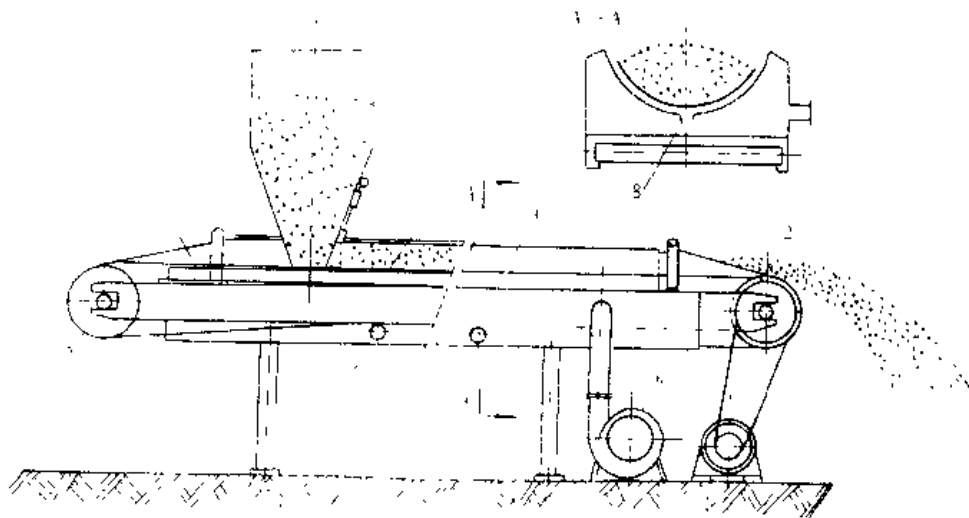


图1 气垫式带式输送机结构和工作原理

1—输送带; 2—驱动滚筒; 3—改向滚筒; 4—气箱; 5—盘槽; 6—鼓风机; 7—风管; 8—气孔; 9—下托辊

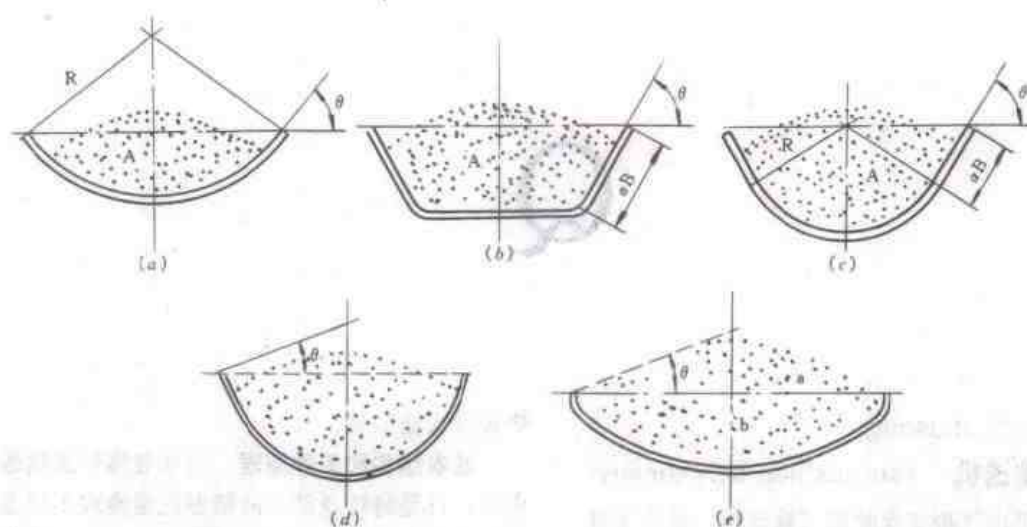


图2 各种盘槽形式和装料断面

a—圆弧形槽；b—梯形槽；c—直边圆弧形槽；d—抛物线形槽；e—椭圆形槽

Corning) 和道奇 (J. M. Dodge) 提出了气垫式带式输送机的设想。1957 年和 1964 年, 德国人科恩 (H. Kuhn) 和阿尔特匈 (H. Altschun) 进行了试验研究。70 年代, 由荷兰研制和生产出气垫式带式输送机投入使用并得到推广。中国在 80 年代初开始研制, 到 80 年代后期, 生产出气垫式带式输送机, 其带宽不超过 1m, 带速小于 3.5m/s。

(汪振邦)

qidong zaoyanji

气动凿岩机 (pneumatic hammer drill) 用压缩空气为动力驱动钎杆、钎头, 以冲击回转方式在岩

体中凿孔的机具。主要用于以凿岩爆破法掘进的井巷、隧道以及矿石回采和各种石方工程的凿孔作业。

简史 1813 年, 英国 R. 特罗蒂克 (R. Treuthick) 发明蒸汽式凿岩机。1855 年, 法国方丹莫罗 (Fontainmoreau) 取得气动凿岩机专利。19 世纪后期, 欧洲已有手持式气动凿岩机产品, 随着合金钎钢、硬质合金钎头的出现, 以及凿岩机结构、材料、热处理工艺的不断完善, 凿岩机的凿孔速度日益提高, 凿岩机已成为采掘工业中不可缺少的凿岩机具。20 世纪 70 年代以来, 虽然液压凿岩机发展迅速, 但气动凿岩机仍是主要的凿孔机具。

分类 按推进方式不同, 分为手持式、支腿式和导



图1 支腿式气动凿岩机

1—凿岩机；2—支腿；3—钎杆



轨式三种。按频率又可分为低频凿岩机（冲击频率10Hz以下）和高频凿岩机（冲击频率40Hz以上）。按转钎机构又可分为内回转式凿岩机和外回转式凿岩机。

手持式气动凿岩机 以手托持，无其他支承，靠凿岩机自重或操作者施加的推压力推进凿岩。机重较轻（20~25kg），通常用于凿小直径浅孔。

支腿式气动凿岩机 用支腿支承和推进，用于在岩石巷道凿孔径24~42mm，孔深2~5m的水平或倾角较小的孔，重量23~30kg，使用最广泛，其外形见图1。

导轨式气动凿岩机 装在凿岩台车钻臂的推进器上沿导轨推进凿孔。这种凿岩机重量较重（30~100kg），冲击能大，采用独立的外回转机构，扭矩较大，凿孔速度较快，多用于凿大直径深孔。

基本结构 气动凿岩机虽然种类较多，但结构基本相似，均由冲击配气机构、转钎机构、排屑机构和润滑机构等组成。

冲击配气机构 气动凿岩机实现活塞往复运动以

冲击钎尾的机构。常用的配气机构有被动阀配气机构、控制阀配气机构和无阀配气机构三种。

（1）**被动阀配气机构** 靠活塞往复运动时压缩前后腔气体，形成高压气垫推动配气阀变换位置，有球阀、环状阀和蝶状阀三种，其中球阀已很少使用。环状阀和蝶状阀配气机构动作原理基本相似（图2）。压缩空气按（图2a）箭头所示方向进入气缸后腔推动活塞进入冲击行程，当活塞前进到关闭排气孔时，气缸前腔成为密封腔，其压力随着活塞的前移而上升，此压力通过气孔作用于配气阀后腔，当压力超过压缩空气压力时配气阀换位（图2b），压缩空气按（图2b）箭头方向进入前腔，使活塞返回，待活塞关闭排气口后，后腔压力上升，又推动配气阀换位。配气阀的不断换位使活塞往复运动，冲击钎尾。

（2）**控制阀配气机构** 压缩空气通过控制气路推动配气阀换向，耗气量比被动阀配气机构小，其动作原理见下页图3。

冲击行程开始时（下页图3a）压缩空气由箭头所示方向进入气缸后腔，推动活塞向前运动，当活塞越过

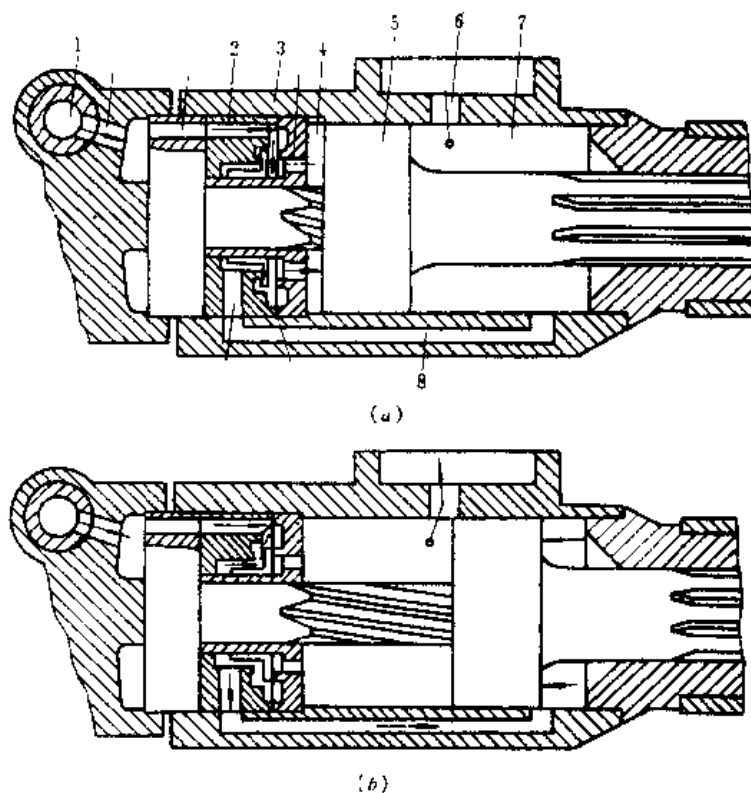


图2 环状阀配气机构

a—冲击行程；b—返回行程

1—压气入口；2—气道；3—配气阀；4—气缸后腔；5—活塞；
6—排气口；7—气动前腔；8—气路通道

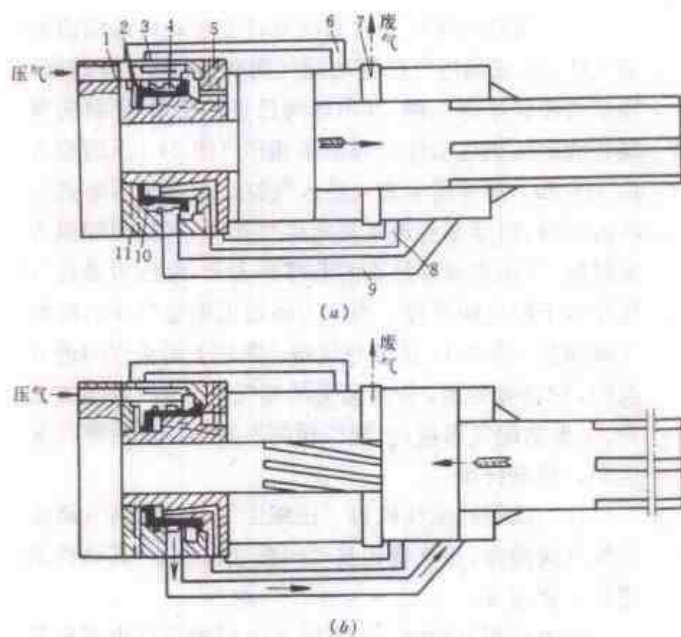


图3 控制阀配气机构

a—冲击行程；b—返回行程

1—阀套；2—后阀室；3—阀柜；4—控制阀；
5、11—通大气小孔；6、8—控制气孔；7—排气孔；
9—气孔；10—前阀室

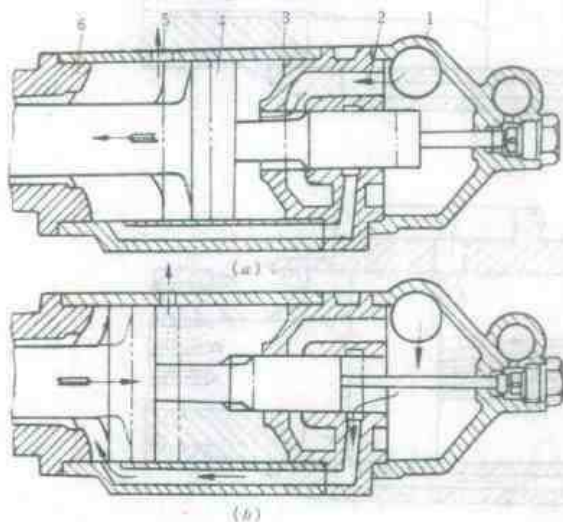


图4 活塞尾杆配气机构

a—冲击行程；b—返回行程

1—柄体；2—配气杆；3—气缸；
4—活塞；5—排气口；6—导向套

控制气孔时，一部分压缩空气进入后阀室，推动阀变换位置，此时前阀室的废气从小孔逸入大气。当活塞越过排气孔时后腔与大气相通，活塞靠惯性冲击钎尾。冲击行程结束也是返回行程的开始（图3b），此时压缩空气由箭头所示方向进入气缸前腔，推动活塞反向运动。活塞越过控制气孔时，一部分压缩空气进入前阀室，并推动阀变换位置，后阀室内废气经小孔逸入大气。当活塞越过排气口后，气缸前腔与大气相通，返回行程结束。

(3)无阀配气机构 无独立的配气阀，靠活塞在运动过程中位置变换实现配气，有活塞尾杆配气和活塞大头配气两种。配气过程见图4。冲击行程开始时（图4a），压缩空气经柄体沿箭头方向经配气杆进入气缸后腔，此时，气缸前腔与大气相通，活塞向前运动，在活塞配气杆关闭进气孔后，气缸后腔内的压气膨胀作功，继续推动活塞加速向前，当活塞大头打开排气孔后，活塞在自身惯性作用下仍然向前滑行，并以很高的速度冲击钎尾，完成冲击行程。此时，配气尾杆打开配气体上的回程气孔，压缩空气进入气缸前腔，活塞开始返回。返回行程与冲击行程一样，经过进气，膨胀和惯性滑行三个阶段。

转钎机构 使气动凿岩机钎杆回转的机构，有内回转和外回转两种。

(1)内回转转钎机构 当活塞往复运动时，通过螺旋棒、螺旋母和棘轮机构，使钎杆每被冲击一次转动一定的角度。由于棘轮机构具有单向间歇转动特性，冲程时棘爪处于顺齿位置，螺旋棒转动，活塞依直线向前冲击。回程时，棘爪处于逆齿位置，阻止螺旋棒转动，迫使活塞转动，从而带动转钎套和钎杆转动一定角度。内回转机构多用于轻型手持式或支腿式气动凿岩机。

(2)外回转转钎机构 由独立的气动马达经齿轮减速驱动钎杆转动，具有转速可调、转矩大、转动方向可变等特点，有利于拆装钎头钎杆。外回转转钎机构多用于重型导轨式气动凿岩机。

排屑机构 用水冲洗排除孔内岩屑的机构。凿岩机驱动后，压力水经水针进入钎杆中心孔直通炮孔底，与此同时有少量气体从螺旋棒或花键槽经钎杆渗入炮孔底部，与冲流水一起排除孔底岩屑。在凿深孔和向下凿孔时，孔底的岩屑不易排出，可扳动凿岩机的操纵手柄到强

吹位置,使凿岩机停止冲击,停止注水,压缩空气按强吹气路从操纵阀孔进入,经过气缸气孔、机头气孔、钎杆中心孔渗入孔底,实现“强吹”,把岩屑泥水排除。

润滑机构 向凿岩机各运动件注润滑油,以保证正常凿岩作业的机构。一般在进气管上安装一台自动注油器,实现自动注油,油量大小可月调节螺钉调节。压缩空气进入注油器后,对润滑油施加压力,在高速气流作用下,润滑油形成雾状,在含润滑油的压缩空气驱动凿岩机的同时,各运动零件相应被润滑。

(温绍基)

qinang zhijia

气囊支架 (air-bag support) 又称气垛支架。由几个充入压缩空气的橡胶软包摆起组成的橡胶囊体,用于薄煤层回采工作面,作为支撑顶底板和隔离采空区的支护设备。它可节约坑木、减少支护设备初期投资、改善安全状况、降低维修费用和劳动强度。使最低可采煤层厚度降为 0.4m 左右。

结构特点 气囊支架的主体是由橡胶和骨架材料即用高强度纤维按一定密度和层数编织成帘子布,按一定工艺加工,内外整体硫化形成的多腔式柔性橡胶囊体。通常为两腔或三腔式结构,各腔之间有气孔相通,并有高压胶管通过截止阀与设置在工作面的主管路相连接,其外形如图所示。

气囊支架制造工艺复杂,为保证其强度和密封性,要进行严格的抽样试验,主要包括性能试验、水密封试

验、强度试验、寿命试验、倾斜加载试验和刺破试验等。

工作原理 由压气泵站提供压缩空气,经主管路和截止阀进入气囊,使气囊升起支撑顶板,达到初撑力后,关闭截止阀。工作气压通常为 0.4~0.5MPa。随工作面推进需要前移气囊时,首先打开截止阀,使气囊向外放气与顶板脱离接触,然后拉动气囊的手把,将其移至给定位置。

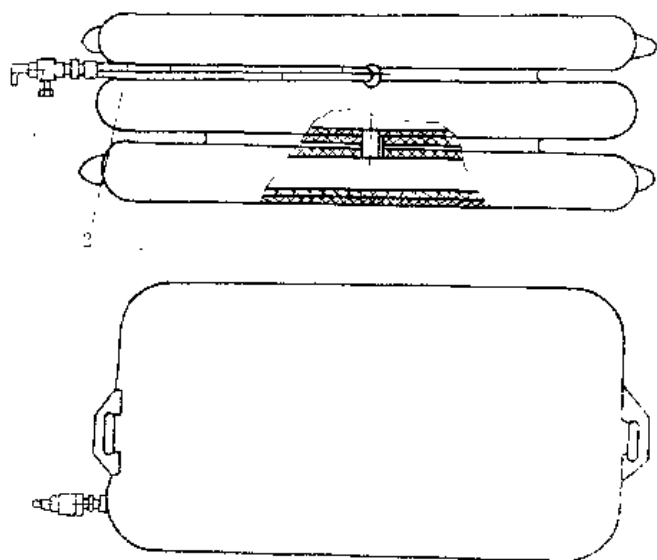
气囊在工作面的布置方式,与煤层倾角和开采方法有关。缓斜和急斜采用伪斜台阶开采的采煤工作面,按长轴垂直工作面布置。伪倾斜开采时,按伪斜布置。由于生产工艺和行人的需要,尚需支设一些单体支柱。

气囊支架在控制围岩方面特点:①有柔性外壳,可与不平的顶底板紧贴接触,形成较大面积的均匀阻力分布。一般接触面积可达 0.4~0.8m²,是单体支柱的 40~80 倍,底板比压为 0.25~0.75MPa,为单体支柱的 1/27~1/80。因此,对松软底板薄煤层,能取代单体支柱,且初撑力大,是木垛的 10~20 倍,可代替木垛作辅助支护。②有较高的横向稳定性和水平阻力。气囊的横向尺寸较大,且与围岩的摩擦系数很大,一般为 0.8~0.9,约为金属型支架的 3 倍,可有效抵抗老顶来压时的水平推力或防止大倾角煤层顶底板滑移引起的沿层面推力。③有较大的伸缩比。三腔式气囊支架的伸缩比可达 3,对煤厚变化和通过地质构造区的适应性较强。④抗冲击和隔离采空区性能较好。在采用伪倾斜开采方法的倾斜或急倾斜煤层,可承受采空区矸石冲击面不致像单体支柱那样被损坏或倾倒。

工作特性和适用范围 气囊支架受载压缩过程中,其阻力起初缓慢增加,在进一步压缩时,增加较快,其工作特性是从微增阻到急增阻。这种特性有利于保持整个工作面的支架受力均匀。但它比液压支架抗压缩刚度小,老顶来压前增阻慢,因此不适于在不稳定顶板条件下使用。气囊支架可用于各种倾角煤层,顶板中等稳定以上,采高 0.4~1.0m 的薄煤层。当用于坚硬难垮落顶板时,需在切顶线处加强支护。

前苏联生产的气囊支架,最大工作高度为 0.8m (两腔式)、1.0m 和 1.2m (三腔式);最小工作高度分别为 0.3、0.4、0.5m。长度约 1.4m,宽度为 0.88m。中国生产的气囊支架,在工作气压为 0.5MPa 时,初撑力为 180~220kN,在压缩到 0.4~0.5m 时,支撑力可达 800~1000kN。

历史沿革 苏联于 60 年代开始研制,用于工作面辅助支护,由于其优越的力学特性和经济效益曾获得列宁勋章。70 年代末,将捆绑式多腔结



气囊支架的基本结构

1-气囊主体; 2-高压软管; 3-截止阀

构改为整体硫化的多腔式结构,提高了稳定性和可靠性。在急斜薄煤层采煤工作面广泛使用,并出口土耳其等国。中国于1989年开始研制。先后在急倾斜坚硬顶板,松软底板等不同条件下取得了成功。既作为工作面基本支架又作为隔离采空区矸石的掩护支架。

(史元伟)

qianya yu shiya baohu

欠压与失压保护 (undervoltage and loss voltage protection)

当供电电压低于额定电压 U_N 时(一般是低于 $0.6 \sim 0.7U_N$)将负载切离电源的保护措施称为欠压保护,又称低电压保护。当供电电压接近零时(一般低于 $0.15 \sim 0.4U_N$)将负载切离电源的保护措施称为失压保护,又称零电压保护。在两种保护动作后,当电源电压恢复正常时,负载应不能自动接入电源,需要接入时必须重新发给指令。

使用范围 在下列情况时应安设失压保护或欠压保护:①当异步电动机因电压降低使最大转矩小于负载转矩(一般为额定转矩),异步电动机将堵转,电流将数倍地增加,时间一长将危及电动机安全;②当电网电压恢复时,若交流电动机自起动,起动电流过大,致使电网电压不能迅速恢复,延长了自起动时间,甚至使电压恢复失败;③当电动机驱动的负载或有关装置在没有起动装置或起动装置手把不到位时起动电动机可能会遭到损坏;④当较长时间中断供电后,恢复供电时电动机自行投入运转对值班及附近人员可能会造成伤害;⑤当电动机不卸载就起动时电动机可能出现堵转;⑥对一些重要的不允许断电的辅助电源,如同步电动机的励磁电源、调速装置的控制电源也应装设失压保护,使它们失电时同时切断主电源。

欠压保护是要求比较精确的保护,在一些重要的场合,对于不允许电流冲击的绕线式电动机一般应采用欠压保护。而失压保护是要求比较粗略的保护,其动作电压允许有较大出入,用于一般场合。为了避免因短时电压降低而频繁跳闸,在一些重要的设备上应采用延时跳闸的欠压与失压保护。

动作整定值的确定 一般异步电动机额定电压时

最大转矩倍数。

$$\lambda_N = \frac{T_{Nmax}}{T_N} = 1.8 \sim 2.2$$

当电压下降到使最大转矩 T_{Nmax} 与额定转矩 T_N 相近时应实施保护,所以欠压保护的動作电压整定值 U 应为

$$U = U_N \frac{\lambda}{\lambda_N} = U_N \frac{0.9 \sim 1}{1.8 \sim 2.2} \\ = (0.64 \sim 0.75) U_N$$

式中 λ 为电压 U 时电动机最大转矩倍数。

$$\lambda = \frac{T_{Nmax}}{T_N}$$

一般欠压保护动作时限取 $0.5 \sim 1.5s$ 。

对于需要自起动,但为了安全在电源电压长时间消失后需将电动机切离电网的场合,其欠压保护动作电压整定值一般为额定电压的 50% ,动作时限取 $5 \sim 15s$ 。

对失压保护一般只要整定在小于额定电压 40% 的值即可,动作时限同欠压保护。

实施方法 在电磁起动器中,失压保护是由接触器线圈和它的控制回路完成的。在馈电开关及高压配电装置中,利用电源电压降低或消失时二次电磁继电器释放直接作用在脱扣机构上,使断路器跳闸来实现欠压和失压保护。

对于要求较高的欠压保护可以由电压继电器、时间继电器、中间继电器等组成的保护线路实施。

采用电子或计算机技术时,不论采用硬件还是软件实施手段,其常用的原理框图如图所示。

(莫幼民)

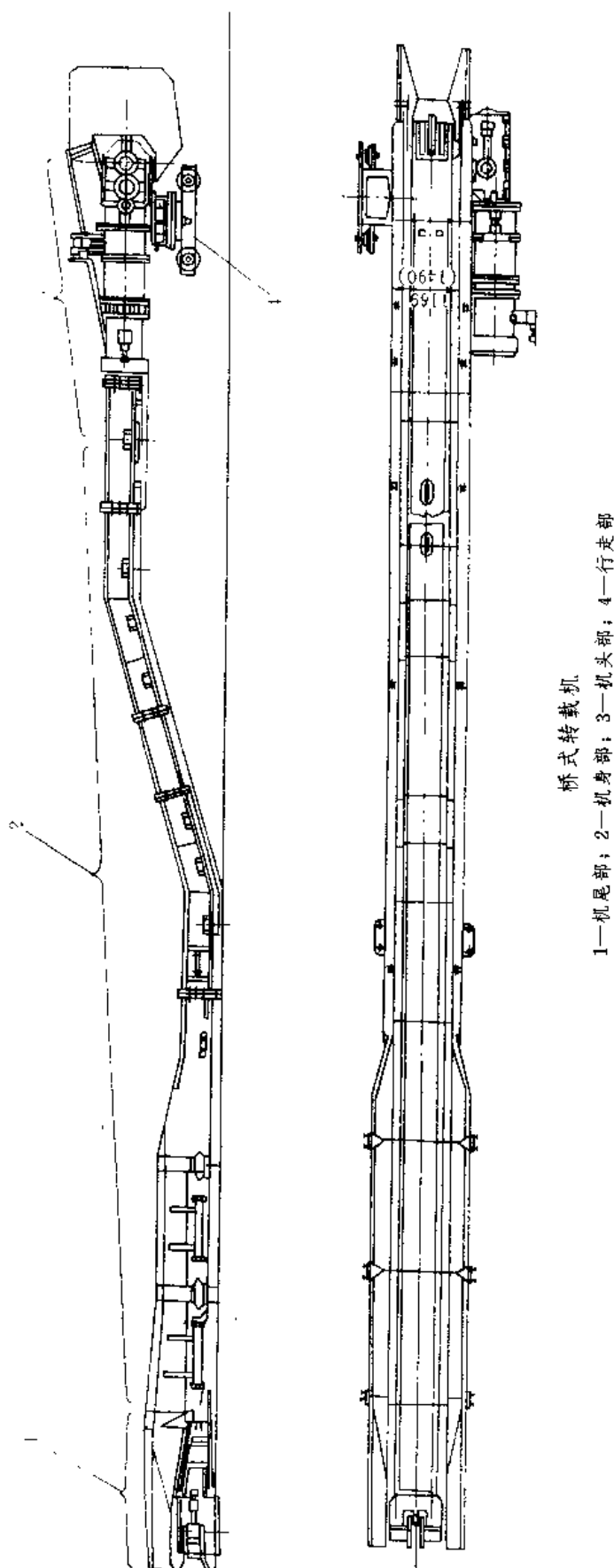
qiaoshi zhuanzaiji

桥式转载机 (bridge conveyor) 机头部与机身前半部被抬高并与可伸缩带式输送机搭接,可以纵向整体移动的刮板输送机。桥式转载机是采煤工作面运输系统中采用的一种中间转载运输设备,安置在采煤工作面的下顺槽中,将工作面刮板输送机运来的煤炭,通过转载机机身的水平段、爬坡段,提升至悬跨在可伸缩带式输送机机尾上方的机头部卸载。

基本结构 主要由机头部、机身部(包括水平承载段、爬坡段和水平搭接段)、机尾部及行走部组成(见下页图)。为破碎来自工作面的大块煤炭,在水平段上或机头卸载端下方安装有破碎机。机头部与工作面刮板输送机端卸式机头部基本相同。驱动装置一般为单侧平行布置,大功率驱动时,



电动机欠压保护原理框图



多用双侧平行布置,以利于机头部的平衡。机头部安装在行走部上,通过转轴可使机头部摆动一定角度,以保证转载机与可伸缩带式输送机不在一条直线上时的正确卸载。机身部的中部槽与配套使用的工作面刮板输送机中部槽结构相同,但宽度较宽。中部槽宽度大于1m时,多采用准边双链布置形式,以改善刮板的受力状态并使之具有良好运煤效果。为增大货载断面、防止煤炭外溢,便于整体移动,中部槽两侧交错地安装有挡板,底部固定有封底板,形成一个具有不可弯曲的高强度的刚性整体。为了易于置放在工作面刮板输送机机头下部并且避免过长地伸入采空区,机尾部不设驱动装置。行走部安装在机头部下面,转载机通过行走部与后续输送机搭接。转载机的行走方式有他移式和自移式两种:他移式采用拖移千斤顶和液压支柱所组成的拖移装置进行移动;自移式的转载机自身带有履带或轮胎式行走装置,具有灵活、快速移动的特点,多在高产量的综采工作面运煤系统中使用。

桥式转载机的输送能力大于与之相配套的工作面可弯曲刮板输送机,其槽宽和链速大于工作面刮板输送机20%以上。20世纪90年代,其装机功率已达 $2 \times 147 \text{ kW}$,输送能力达 3000 t/h , 1250 mm 槽宽和 2.13 m/s 链速已有使用。中国生产的桥式转载机最大装机功率为 $2 \times 110 \text{ kW}$,输送能力为 2000 t/h ,槽宽 1100 mm ,链速 1.4 m/s 。

破碎机 用挤压、冲击等机械力使大块物料碎裂,以达到所需块度的机械。破碎机安装在桥式转载机水平段上或转载机机头部卸载端的下方,以防止大块煤炭转载时砸坏或撕裂可伸缩带式输送机的输送带。

煤矿井下使用的破碎机械有:颚式破碎机、锤式破碎机和齿辊式破碎机三种。颚式破碎机利用两颚板对物料的挤压和弯曲作用破碎大块煤炭,破碎机构由固定颚板和可动颚板组成,其特点是冲击力小、破碎能力低。锤式破碎机利

平衡条件, 导出切屑从岩体断裂瞬间的切削刀峰值。

$$F = \frac{2 \cdot \sigma_t \cdot h \cdot b \cdot \sin(\beta + \varphi)}{1 - \sin(\beta + \varphi)}, N$$

式中 σ_t 为岩体的抗拉强度, N/mm^2 ; h 为切削厚度, mm; β 为楔尖角的半角; φ 为刀具与岩体的摩擦角; b 为切削刃宽度, mm。

1972 年澳大利亚学者洛克包洛夫 (F. F. Roxborough) 通过实验证实, 楔裂说适用于切削砂岩、石灰岩和硬石膏的过程。

剪裂说 1972 年日本西松裕一根据莫尔-库伦 (Mohr-Coulomb) 准则, 认为岩石的切削破落纯属脆性破坏, 可按式计算切削力 (图 2)。

$$F = \frac{2}{n+1} \cdot \frac{\tau_s \cdot h \cdot \cos \varphi_T \cdot b}{1 - \sin(\varphi_T - \gamma + \varphi)}, N$$

式中 τ_s 为岩体的抗剪强度, N/mm^2 ; h 为切削厚度, mm; φ_T 为岩体的内摩擦角; γ 为刀头前角; φ 为切削力方向与刀头前面法线的夹角; b 为切削刃宽度, mm; n 为应力分面系数。

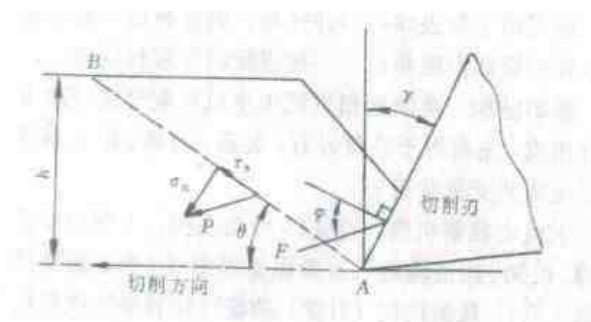


图2 西松裕一剪裂说模型
θ—破裂线 AB 与切削方向的夹角

密实核说 是拉伸和剪切联合作用的切削破煤(岩)机理学说, 以苏联别隆 (A. N. Берон) 为代表 (图 3)。该学说认为刀具的运动先在切削刃接触的煤岩体内产生集中应力 (图 3a), 当它达到极限值时, 煤岩体会被局部粉碎成粉末, 形成处于体积压缩状态的核, 称为密实核。密实核位于紧贴刀具前面的煤岩体内, 像楔子一样, 使煤岩受到向自由表面作用的拉伸力。刀具继续向前移动, 使密实核内的压强逐渐增大。当达到一定程度时, 小块 I 崩落而使煤岩表面形成缺口。密实核中的少量粉末可以沿着刀具的前面高速喷出, 使密实核的体积缩小、压强降低。刀具继续向前移动,

密实核又重新发育, 其体积和压强又逐渐增大, 导致小块 II 崩落。如此反复多次, 崩落的块率渐渐变大, 最后沿着裂纹 ED 崩落大块 III, 使密实核消失。切削破碎煤岩的过程中, 由于密实核的发育变化, 使切削阻力发生相应的变化历程 (图 3b)。从密实核形成、发育到完全消失的一个循环中, 切削阻力呈锯齿状上升趋势, 其变化频率与密实核的膨胀和收缩频率相对应。

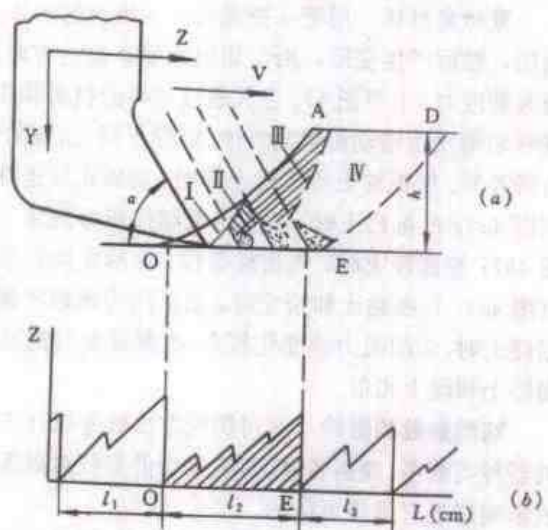


图3 密实核说模型
a—破岩过程; b—切削力变化历程

苏联泽列宁 (A. H. Зелянин) 通过实验证实, 岩性越脆和结构不均匀, 切削时密实核越不容易发育完全, 切削阻力的变化也越剧烈而无规律。切削脆性差的煤或岩石时, 密实核则明显可见。刀具前面的宽度和切削刃的形状, 也影响密实核的发育程度。

断裂力学说 苏联莫斯科列夫 (A. H. Москалев)

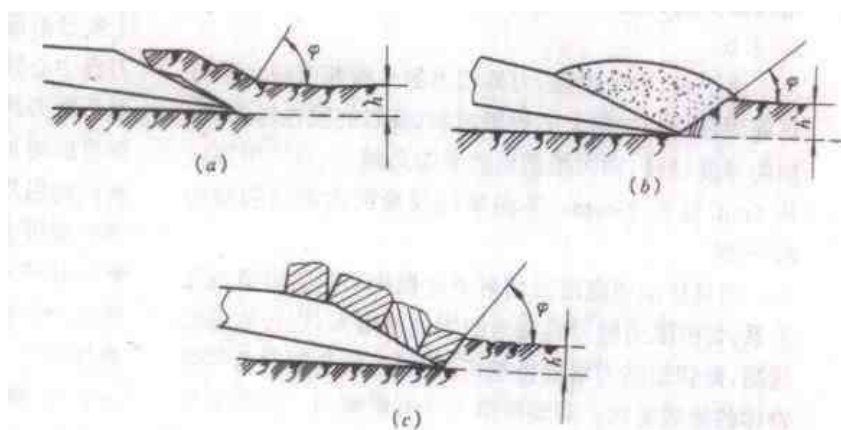


图4 挖掘形成切屑
a—粘土; b—松土; c—硬土

等用断裂力学研究钻削岩石的过程,认为岩石的强度主要决定于岩体内已有的裂纹和孔隙等。钻进过程中,钻刃前的岩体内首先产生集中压应力,使其内部的薄弱联系迅速瓦解,进而使损伤程度增加。随着刃前区内应力的增大,刃尖处岩体内的初裂纹端部处产生方向相反的最大应力和最小应力。受拉应力作用的裂纹迅速发育和分岔,向岩体深部发展;而受压应力作用的裂纹则使岩体强度进一步削弱。

剪切变形说 用铲斗挖掘时,斗齿前的岩体先受到压,然后产生变形,沿与切削面呈 φ 角的方向出现最大剪应力(上页图4)。当其超过岩体的抗剪强度时,就有切屑发生错动而脱离岩体。岩性不同,出现的情况有所差异。挖掘粘土等塑性土壤时,切屑比较连续(上页图4a);挖掘松土时,往往出现整体粉碎现象(上页图4b);挖掘硬土时,先出现裂纹,然后成块剥落(上页图4c)。挖掘粘土和松土时,切削阻力比较平衡;挖掘硬土时,切削阻力的变化较大。挖掘煤炭时情况与挖掘松土和硬土相似。

切削参数的影响 利用切削方法破落煤和岩石的机器种类繁多、规格各异,而主要切削参数对破落过程的影响则是有规律可循的。

多数研究者认为,切削力 F 与切削厚度 h 有函数关系 $F=K_c \cdot h^n$,式中比例系数 K_c 表示煤岩的切削性能,幂指数 n 由试验条件决定。如果忽略刀具后面和侧面上的摩擦力,可取 $n=1$ 。它适用于锋利刀具的切削,且具有必要的计算精度。

切削力 F 与切屑断面积 S 有函数关系 $F=S^m$,式中幂指数 $m<1$, S 取决于切削厚度 h 和切削间距 t 。切削破岩时,切屑断面积的平均值 $S_p=t_p \cdot h_p$,式中 t_p 和 h_p 是 t 和 h 的平均值。当 $t_p > (3\sim 4)h_p$ 时, m 会变大。切削消耗的比能耗,随比值 t/h 而变化。切削比能耗最少的比值 t/h ,粘性煤为1.5~2.0;脆性煤为2~3.0。

由于煤、岩的脆性,刀具切出的沟槽断面积大于刀具前面在切削方向上的投影面积。煤岩的脆性越强,切削的厚度越薄,则沟槽侧面的崩裂角越大。当切削厚度从5mm增至25mm,不同脆性煤炭的沟槽崩裂角为 $84^\circ\sim 29^\circ$ 。

刀具切削刃宽度对切屑断面积和切削阻力呈正比关系。切削阻力随刀具截角的增加而增大,煤岩的强度越高,则切削阻力增加得越快。刀具的后角和侧角与煤岩体的接触面积,对切削阻力是有影响的。后角由 5° 增至 20° ,切削阻力减少20%~30%;侧角由 0° 增至 20° ,切削阻力减少47%。

可以认为,现有采掘机械所用的切削速度,对切削

阻力的影响可以忽略。但是,切削速度,切削厚度和同时参与切削的刀具数,影响切削阻力的波动幅度。

为了正确选择切削参数和原动机功率,现在已有理论计算和经验设计的方法。

参考书目

1. Ivor Evans, C. D. Pomeroy, the Strength fracture and workability, Pergamon Press, 1966.

2. А. И. Берон, А. СКАЗАНСКИЙ, В. М. ЯЕЛБОВ, Е. З. ПОЗИН: Резание Угля, ГОСГОРТЕХИЗДАТ, 1962.

(陶驰东)

quanduanmian juejinji

全断面掘进机 (tunnel boring machine)

工作机构通过旋转和连续推进,能将巷道整个断面的岩石或煤破碎下来的巷道掘进机。它按掘进断面的形状和尺寸将刀具布置在截割机构(刀盘)上,通过刀具破岩并实现装岩、转载、支护等工序平行连续作业。主要用于掘进煤矿岩石平巷,水电水利隧洞、铁路公路隧道,也可用于掘进煤矿斜井和井巷。掘进断面一般为圆形,如加设截割底角机构,掘进断面可近似拱形。

基本结构 全断面掘进机由主机和配套系统两大部分组成,主机用于破落岩石、装岩、转载;配套系统用于运渣和支护巷道等。

主机由截割机构(刀盘)、传动系统、支撑和推进机构、机架、出渣输送机 and 操纵室等组成(参见彩照插页第1页)。截割机构(刀盘)是破岩和装渣的执行机构。支撑和推进机构使掘进机迈步式向前推进并给刀盘施加推力。机架由机头架、大梁或护盾组成。出渣输送机运出岩渣,一般采用带式输送机,操纵室内设有各种显示仪表,操作台等。

工作原理 支撑和推进机构的支撑构件紧压巷道岩壁,使主机机架固定。在推力的作用下,安装在刀盘上的盘形滚刀紧压岩面。随着刀盘的旋转,盘形滚刀绕刀盘中心轴线公转,并绕自身轴线自转。迎头工作面被盘形滚刀挤压碎裂面形成多道同心圆沟槽,随着沟槽深度的增加,岩体表面裂纹加深扩大,当超过岩石剪切和拉伸强度时,相邻同心圆沟槽间的岩石成片剥落。崩落在底板上的岩渣由均布在刀盘外缘的4~12个铲斗铲起并卸入带式输送机内,运至机后卸载。推进液压缸伸长一个行程,刀盘及与刀盘固定联接的构件相应向前移动一个行程,即完成掘进一个行程距离。以上动作结束后,缩回支撑和推进机构的支撑构件,再收缩推进液压缸,支撑构件就沿主机导轨前移,机器回复到原始状态,以便进行下一个工作行程。

分类 按支撑机构分为水平支撑敞开式、四角支

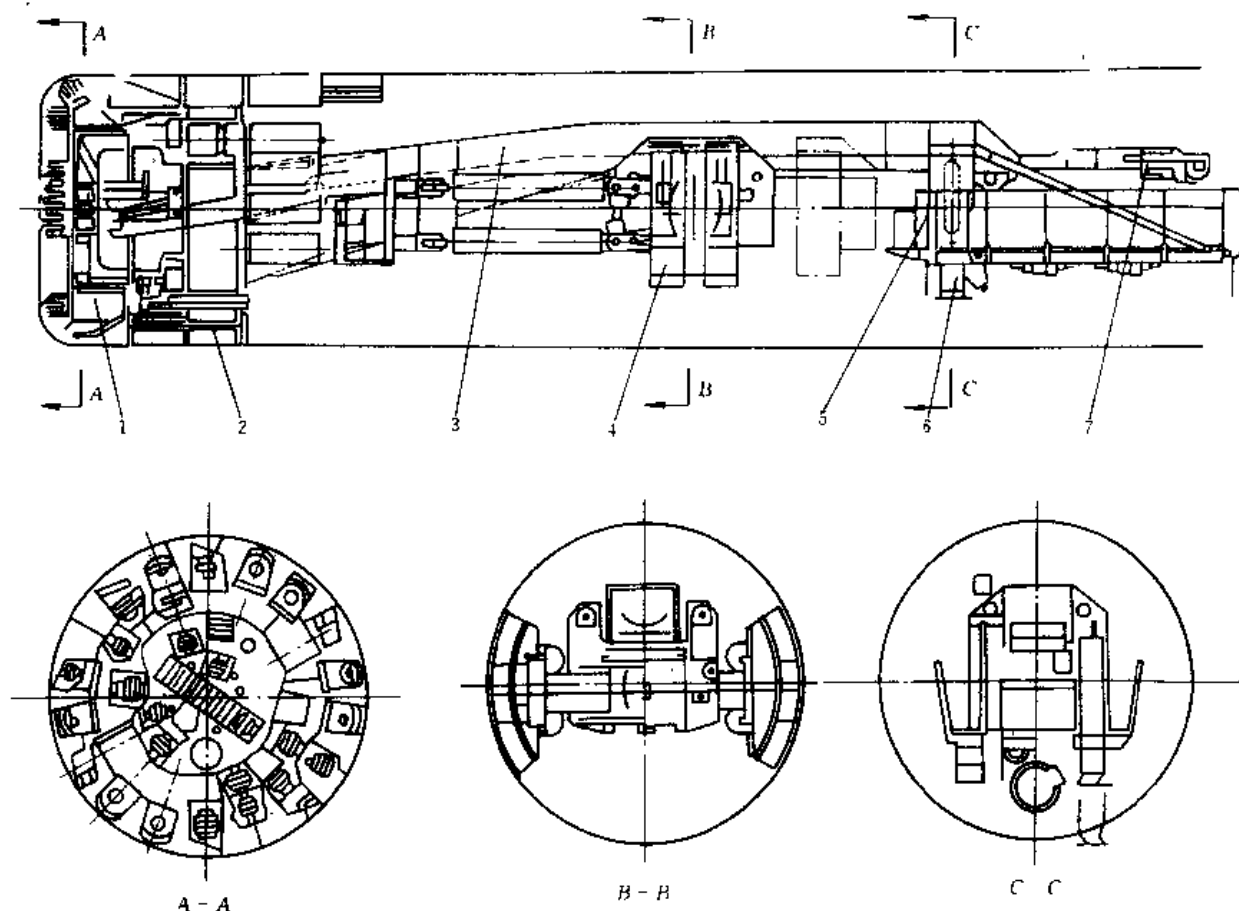


图1 水平支撑敞开式全断面掘进机

1—截割机构；2—机头架；3—大梁；4—支撑和推进机构；5—操纵室；6—后支撑；7—带式输送机

撑敞开式、单护盾式、双护盾式及刀具可径向摆动式5种。

水平支撑敞开式全断面掘进机(图1)适用于掘进硬岩巷道(岩石单轴抗压强度 $50\sim 350\text{MPa}$)。

(1)结构特点 大部分敞开而无护盾包围。机架由机头架和大梁组成,机头架是支承刀盘并给刀盘传递动力的组件。机头架内装有驱动刀盘的传动系统、大轴承、密封和稀油润滑装置。机头架还包括导向壳体组件,导向壳体前端与大轴承内圈配合联接,后端紧固驱动刀盘的电机—联轴节—行星齿轮减速器组件(2~12只)。机头架的上、下、左、右布置护顶板、下支撑、侧支撑机构,构成一个圆形支撑环,对刀盘运转起定位和稳定作用。大梁是掘进机主要受力构件,用一组螺栓与导向壳体紧固联接成一体,从而构成整机的机架,可设计成单大梁或双大梁,单大梁又有上大梁,下大梁两种。支撑和推进机构由4~6只推进液压缸,一组或两组水平支撑机构和浮动支撑机构组成。水平支撑机构

由左、右水平液压缸和水平支撑板组成。浮动支撑机构由浮动斜撑液压缸,鞍座和十字销机构组成。

(2)工作行程特点 在工作行程时,水平支撑板被水平支撑液压缸的推力撑紧在岩壁上,推进液压缸以水平支撑板为支点,把推力施加给导向壳体和刀盘,推动刀盘破岩掘进。通过液压系统的控制,可调节左右水平液压缸和浮动斜撑液压缸的伸长或缩短,使主机在掘进过程中按需要左右转弯,上下倾斜或纠正方向偏差及机身沿圆周切线方向的偏转。

四角支撑敞开式全断面掘进机(下页图2)适用于掘进硬岩巷道(岩石单轴抗压强度 $50\sim 350\text{MPa}$)。

(1)结构特点 大部分敞开而无护盾包围。机架由机头架和内机架(刚性联接)、外机架组成。机头架是支承刀盘的构件,内装有大轴承、密封和稀油润滑装置;内机架后部刚性联接驱动刀盘的电机—联轴器—行星齿轮减速器组件(2~4只),共同驱动一只大齿轮旋转,然后通过穿过内机架的传动轴使刀盘旋转。支撑

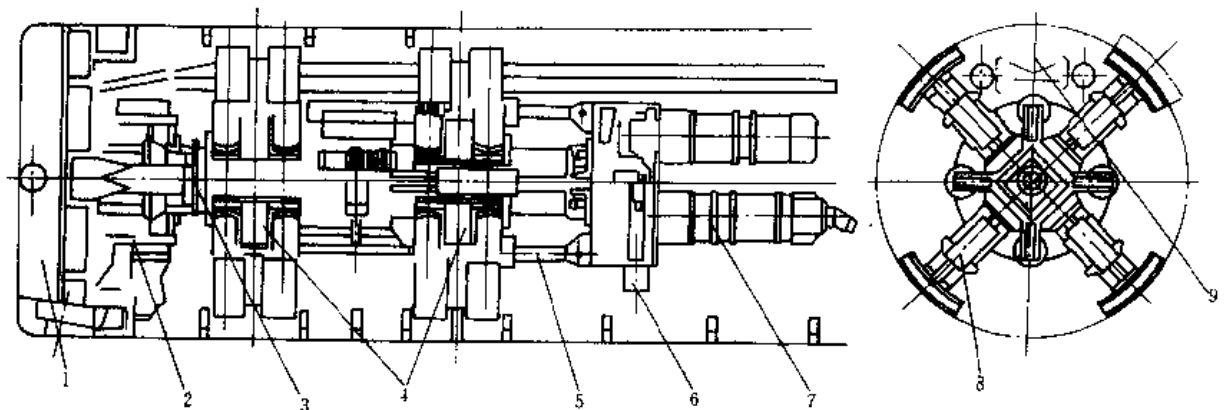


图2 四角支撑敞开式全断面掘进机

1—切割机构；2—机头架；3—内机架；4—外机架；5—推进系统；6—后支撑；
7—传动系统；8—四角支撑；9—带式输送机

和推进机构由外机架、两组支撑装置、4~6只推进液压缸组成。每组支撑装置有4个呈对角线布置的支撑（俗称四角支撑）。推进液压缸一端铰接外机架，另一端与机头架铰接（或与内机架后部铰接）。

(2) 工作行程特点 两组四角支撑的8只支撑液压缸伸出并加压后，8块支撑板紧撑岩壁，使外机架牢牢固定住，以承受推进反力。当推进液压缸伸长（与内

机架后部铰接时为缩短）并加压时，内机架、机头架、刀盘就一起向前推进，破落岩石。机器的左右转向通过调节两组四角支撑液压缸伸出距离的方法完成，调节机器上下坡度由前后下支撑液压缸执行。

单护盾式全断面掘进机（图3）适用于掘进软岩巷道（岩石单轴抗压强度小于50MPa）。

(1) 结构特点 除刀盘外全部由一个钢制护盾包

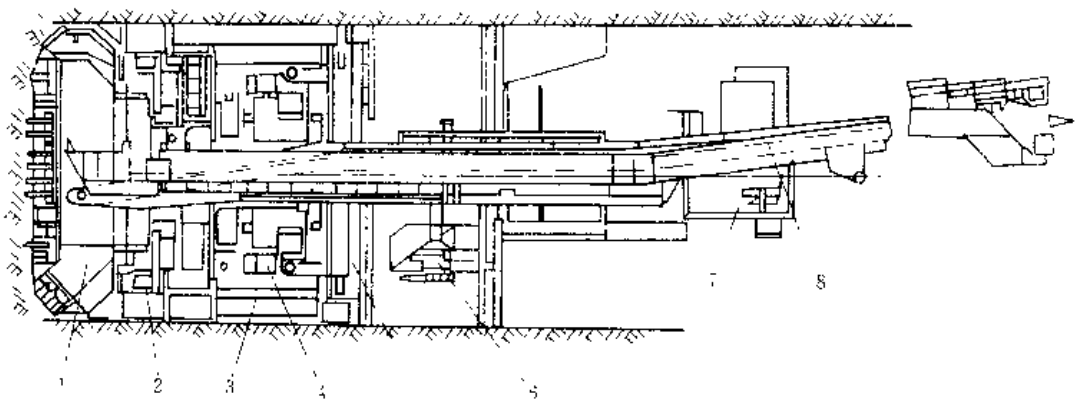


图3 单护盾式全断面掘进机

1—切割机构；2—机头架；3—钢护盾；4—推进液压缸；5—支撑系统；
6—混凝土管片安装装置；7—操纵室；8—带式输送机

围。护盾的基本作用是起临时支护并装有密封构件防止机器进水。刀盘上可全部装盘形滚刀，也可全部装截齿，或两者混装。在岩面不稳定的情况下，或是在掘进方向需要转弯的情况下，为使护盾和岩壁之间保持一定间隙，机器采取相应措施如下：刀盘装在万向接头上，能偏转在任何特定方向切割岩石；刀盘上并需装置1~2把可调节径向位置的边刀，转弯掘进时该刀伸

出，使洞径扩大。

(2) 工作行程特点 先在机器后部架设临时支架或预制混凝土管片，然后开动电机使刀盘旋转，与护盾内圈铰接的一圈液压千斤顶同时伸出并顶住支架或预制混凝土管片。刀盘把来自电机的扭矩和来自液压千斤顶的推力传给刀具，实现破落岩石。液压千斤顶工作一个行程，机器就破岩掘进一个工作行程。

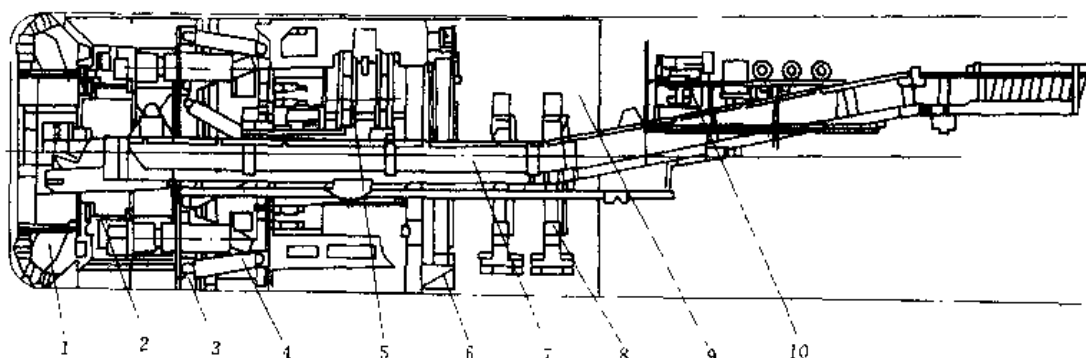


图4 双护盾式全断面掘进机

1—截割机构；2—机头架；3—前护盾；4—推进液压缸；5—支撑系统；6—顶紧液压缸；
7—带式输送机；8—混凝土管片安装装置；9—后护盾；10—操纵室

双护盾式全断面掘进机(图4) 既适用于软岩巷道掘进,也适用于硬岩巷道掘进(岩石单轴抗压强度 $20\sim 350\text{MPa}$)。

(1) 结构特点 除刀盘外全部被两个钢制护盾包围,可分为前、中、后三部分护盾,中间为伸缩护盾。前护盾包括支承壳体、刀盘、刀盘驱动传动系统和4个撑紧前护盾的撑紧液压缸等部件。后护盾包括撑紧机构,辅助顶紧液压缸和混凝土管片安装装置。撑紧机构由撑紧弧板及撑紧液压缸组成,中护盾为伸缩护盾,12个推进液压缸均匀布置在中护盾周边,成对呈V字形布置,每个推进液压缸后端与后护盾铰接,前端与前护盾铰接。

(2) 工作行程特点 先使后护盾撑紧机构动作,使后盾牢固地固定在巷道中,然后开动刀盘旋转,推进液压缸伸长把刀盘向工作面推进,反力由后盾承受。当

岩石太软,太破碎,单靠撑紧机构难以固定后盾时,可使用8只辅助顶紧液压缸顶紧混凝土管片衬砌,该衬砌也承受推进液压缸的反力及刀盘扭矩。掘进过程中,通过控制一组(12个)推进液压缸伸长距离实现调向。

刀具径向摆动式全断面掘进机 又称布依格掘进机,图5适用于岩石硬度变化范围较大的巷道(岩石单轴抗压强度 $20\sim 200\text{MPa}$)。

(1) 结构特点 截割机构为一旋转机头,包括摇臂、摇臂摆动液压缸、铲板、铲板液压缸和滚刀等部件。旋转机头上铰接3~4个摇臂,每个摇臂顶端装一把盘形滚刀。所有摇臂由一个摇臂摆动液压缸推动连杆机构实现径向摆动。旋转机头上还装有3~4只由液压缸控制的铲板,岩渣被这些铲板刮入刮板输送机,并经带式输送机运至机后装车。机架包括机头架,支撑靴板,滑道管及传动系统的箱体。支撑推进机构由支撑液压

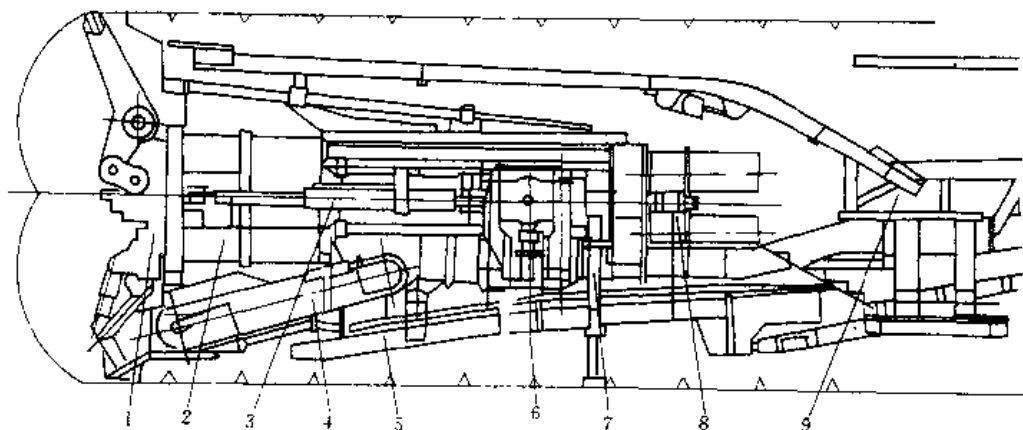


图5 刀具径向摆动式全断面掘进机

1—截割机构；2—机架；3—推进液压缸；4—装载机构；5—转载机构；6—支撑系统；
7—后支撑；8—传动系统；9—操纵室

缸、推进液压缸和大滑套组成。支撑液压缸与滑套相连,可上下,水平布置。推进液压缸一般是两只,一端与支撑液压缸的缸体铰接,另一端与机头架铰接。

(2) 工作行程特点 支撑液压缸撑紧岩壁并使大滑套固定,推进液压缸动作,滑道管在大滑套内移动,旋转机头向前推进并把推力传给摇臂和滚刀使滚刀切向岩石。摇臂上的盘形滚刀随旋转机头的旋转做圆周运动。同时,摇臂摆动液压缸控制摇臂上的滚刀沿径向在一定范围内来回摆动,每把盘形滚刀分担切割一个圆环的面积,3~4把盘形滚刀通过摇臂长度的匹配共同切割整个圆面积(掘进断面)。由于只需3~4把盘形滚刀切割整个掘进断面的岩石,总推力比相同直径的其他类型的全断面掘进机小得多,使机器重量轻、长度短、掘进转弯半径小,拆装方便,但掘进速度较慢。

配套系统 包括:运渣运料系统、支护设备、激光指向系统、供电系统、安全装置、供水系统、排水系统和通风降尘系统等。这些系统的部分装置、设备安装在主机上或是主机的组成部分。

运渣运料系统 把岩渣运出巷道并把支护材料、预制混凝土管片、金属环形支架、刀具等运送至工作面。采用两种方式:①矿车列车运渣运料。矿车列车进巷道时运料,出巷道时运渣。为提高调车和装渣速度,在主机后部安设随主机前移的移动式调车平台,该平台上一一般铺设二条轨道,便于待装矿车和满载矿车的调车。对掘进断面较小巷道只能铺设单轨的情况下,还要在巷道内安置若干个固定调车平台,以便进出的矿车列车在此交会错车。②可伸缩胶带输送机运渣,矿车列车运料。

支护设备 在主机或主机后安装各种类型的支护设备,根据巷道地质条件选用。支护形式与设备的主要类型有:锚杆安装机和混凝土喷射机,用于锚喷支护。架棚机,用于架设金属环形支架。支护机械手用于架设预制混凝土管片。

通风降尘系统 通风降尘方式主要采用外压入式,在硐口外安装几台串联在一起的轴流式扇风机,产生的强大风流由悬挂巷道顶部或侧帮的风筒通入工作区。可安设一台鼓风机将新鲜空气加压吹至工作面各部位。主机上设喷雾除尘装置和防尘隔板,并在主机后部设置除尘器一台,由一台抽风机将主机前端污浊空气抽出,经除尘器滤清粉尘后排放至巷道内或排出巷道(见全断面掘进机降尘系统)。

激光指向 巷道侧壁上安设一台激光器,激光器发出激光束射至安装在主机的靶子上,将接收到的激光信号经电子计算机处理输入荧光屏数字显示器,显示掘进巷道的左、右、高、低偏差量。

供电系统 由中央变电所引来的万伏级高压电送入全断面岩巷掘进机电气系统。供电系统由高压供电和低压供电二级组成。高压供电部份由高压真空配电装置(安装在地面硐口或井下机电硐室)、屏蔽高压电缆、高压电缆连接器、变电站(放在配套设备上)的主负荷的高压侧开关等组成。随着主机的向前推进,高压电缆需不断延伸,在主机机尾处设电缆卷筒,以便快速连接电缆和延伸电缆。低压供电部份由变电站的低压侧、真空起动机、多回路组合开关和其它电器设备组成,给各个电动机、照明系统、信号系统供不同电压等级的低压电。

供水系统 通过铺设到工作面的水管,供电动机和液压系统冷却,刀具喷雾降尘,喷射混凝土和注浆用。

排水系统 用水泵把工作面的积水排出。

安全装置 在含瓦斯的岩层中掘进,需设瓦斯报警断电仪等安全装置,以便在瓦斯含量达到一定程度时发出警报并切断总电源。

简史和发展趋势 全断面掘进机起源于美国,早在19世纪50年代初,美国胡萨克隧道就试用过,但未成功。直至20世纪50年代以后,才逐渐发展起来,1953年制成第一台软岩掘进机,1956年研制成功了适用于中硬岩石的掘进机。法国布依格公司于1969年研制成功第一台刀具可径向摆动式全断面掘进机。中国1966年试制出第一台全断面掘进机,1970年研制成功第一台适用于掘进煤矿平巷的全断面掘进机。目前全断面掘进机在世界各地应用渐广,许多重大工程优先采用全断面掘进机施工,如英吉利海峡海底隧道就是用全断面掘进机施工的。我国甘肃省引大入秦水利工程中使用美制双护盾式全断面掘进机平均月进尺达1000m。

目前的发展趋势是 ①提高对复杂地质条件的适应性,在岩石单轴抗压强度超过350MPa的石英岩石中正常掘进,能在涌水量大、断层和破碎带的岩层中掘进。②延长掘进机使用寿命,可连续完成几个工程,已有掘进36km的实例;③主机开机率可达到60%;④盘形滚刀直径加大,提高主机功率和推力。盘形滚刀直径已加大到483mm以上;⑤方向控制系统完善,弯道掘进达到高精度;⑥电子计算机监测和自动控制系统达到实用要求,能在掘进过程中达到推力、扭矩的最优化匹配,并自动控制掘进方向。⑦高压水射流辅助盘形滚刀破岩有望突破关键技术。⑧新机构、新机型陆续出现,尤其是出现了多种形式的全护盾式掘进机。⑨掘进运渣运料系统日益完善,运渣系统向长距离可伸缩胶带输送机发展。

参考书目

Werner Rutschmann Mechanischer Tunnelvortrieb im Festgestein VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf 1974.

(庄仪兴)

齿圈及其密封之前,刀盘较薄,卸渣口距刀盘工作面较近,不易积渣。出渣功能较强,但卸渣口位于大轴承及其密封之前,易污染大轴承,且输送机受料槽伸入刀盘

quanduanmian juejinji daopan

全断面掘进机刀盘 (cuttinghead of tunnel boring machine) 简称“刀盘”。全断面掘进机的

截割机构,具有破岩和装载功能,刀盘直径即为全断面掘进机的直径,通常为2.5~10m。工作时刀盘旋转并被压向工作面,刀盘上的盘形滚刀滚压破岩,碎落的岩渣掉至工作面底部,由刀盘外缘的铲斗铲起,提升到卸渣槽处卸下。

分类 按刀盘的工作面形状可分为平面、球面、截锥三种(图1)。按结构特征可分为薄型和厚型两种,其中薄型刀盘又有工作面换刀和内腔换刀两种形式。

平面刀盘 刀盘的工作面形状由平面和圆弧过渡面组成,结构简单,制造较易,刀具布置方便,适用于岩层节理发育的岩巷,但机器工作时稳定性较差,对边刀寿命不利。薄型平面刀盘的卸岩渣口位于大轴承、大

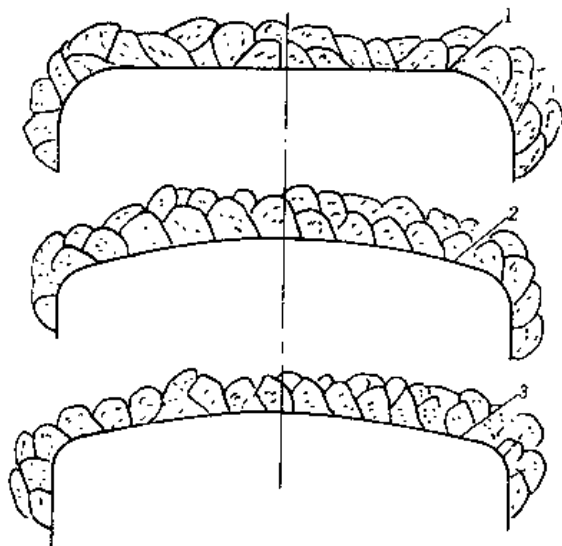


图1 刀盘工作面形状

1—平面型; 2—球面型; 3—截锥型

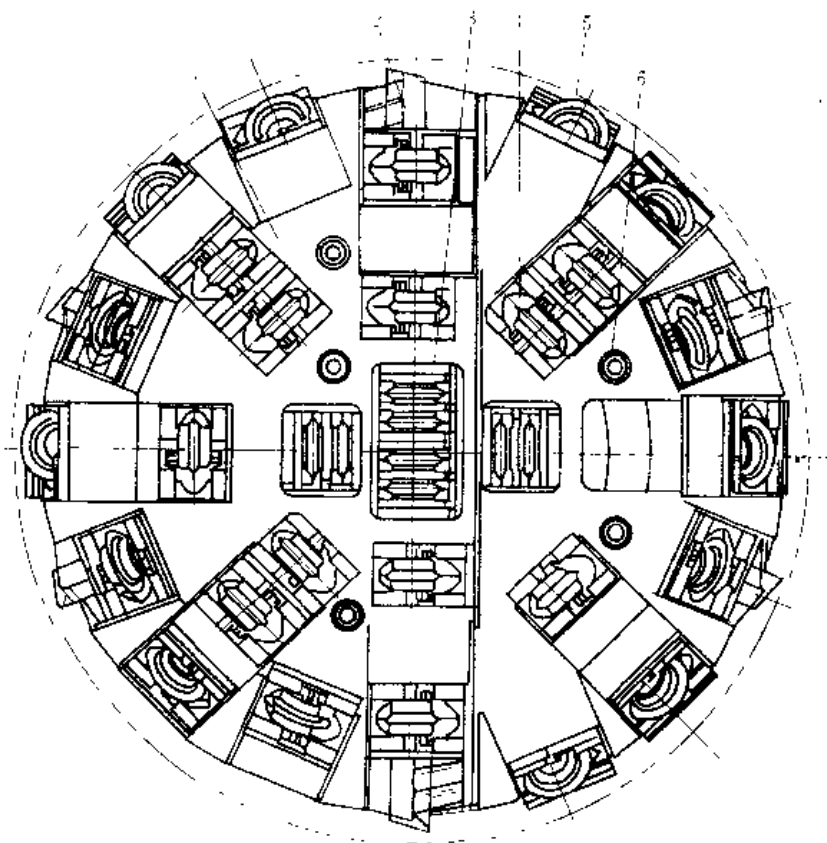


图2 全断面掘进机刀盘正视图

1—刀盘; 2—铲斗; 3—中心刀; 4—正刀; 5—边刀; 6—喷水装置

内腔,造成大轴承的径向尺寸较大。此种刀盘的卸渣内腔还可成为更换刀具的空间。将刀盘做成从内腔换刀,使换刀工作不受岩巷地质状况的影响,换刀与检查都比较安全。厚型平面刀盘的卸渣口位于大轴承、大齿圈和大密封等后面,刀盘较厚,其铲斗分布于刀盘外缘,铲斗的轴向尺寸较长,岩渣运输路线较长,易造成铲斗溜渣坡上积渣,严重时堵塞卸渣口。厚型刀盘的大轴承径向尺寸较小,不可内腔换刀。

球面刀盘 刀盘工作面由小平面、球面、圆弧过渡面组成。工作时较稳定,机器晃动力由全部刀具承受,保护了边刀,但制造复杂,刀具布置麻烦,刀盘工作面容易积渣,造成二次破碎现象。球面刀盘也有薄型和厚型之分。

截锥刀盘 刀盘工作面形状介于平面和球面之间,由平面、锥面、圆弧过渡面组成。有薄型与厚型两种。

基本结构 由刀盘体、铲斗、刀具和喷水装置等组成(上页图2)。刀盘体安装铲斗、刀具和喷水装置的基架,与主机的机头架联结并传递驱动扭矩及推压力。铲斗是刀盘外缘的斗状构件,随刀盘旋转而装卸岩渣。刀盘体与铲斗均为焊接和铸造结构件拼装而成,其形状适应刀盘的分块拼装。刀具一般用盘形滚刀,按其在刀盘体上的位置,分为中心刀、边刀和正刀。中心刀安装在刀盘芯部,结构比较紧凑,通常采用双刃型盘形滚刀成对布置,双刃彼此独立且分用主轴。边刀安装在刀盘边缘上,刀刃布置在圆弧过渡区上,承受机器的晃动力,并直接影响成巷毛断面直径。正刀是除中心刀和边刀之外的刀具,承受机器正面的大部分载荷。刀具布置主要是优化选择相邻刀间距,达到破碎岩石的块度大、消耗动力小,又保证刀具具有足够的使用寿命的目的。在软岩巷道掘进时,刀盘上可装截齿或截齿与盘形滚刀混装。喷水装置是把压力水引至刀盘并向工作面喷水或喷雾的机构。

(戴元杰)

quanduanmian juejinji jiangchen xitong

全断面掘进机降尘系统 (dust-suppression system of TBM)

为降低全断面掘进机掘进过程中产生的粉尘浓度而采用的整套设施。该系统一般由喷雾降尘系统和抽风除尘系统等形成的一整套综合降尘系统。通过降尘系统净化处理后的掘进工作面粉尘浓度可以达到卫生标准。

喷雾降尘系统 经升压的过滤水,由管路送至喷雾点,经喷嘴喷出形成水雾,藉水雾对粉尘的湿润和粘附作用达到降尘目的。同时,由于水对某些有害、有毒

气体有吸收、溶解作用,对空气有冷却作用,所以喷雾降尘方法得到广泛应用。喷雾水的pH值应在6.5~8.5之间,所含固体悬浮物应不多于1.50mg/l。通常用过滤器除去水中固体悬浮物。水源水压一般为0.1~2MPa,经过升压达到5.5MPa以上。

喷雾降尘系统,按其结构与作用的不同,可分为内喷雾和外喷雾两种方式。

(1)内喷雾 喷嘴均埋入刀盘平面之内,压力水经过回转接头,进入掘进机刀盘,然后分配到各个喷雾点,通过安装在各喷雾点的喷嘴形成一个笼罩在掘进迎头的水雾网。内喷雾系统既能抑制粉尘产生,又能捕捉飞扬粉尘,还能冷却盘形滚刀,延长刀圈寿命。调节内喷雾系统的喷雾量,可以适应不同含水量的岩层需要,一般是通过增减喷嘴数量来控制喷雾量。喷雾量过少,会降低降尘效果;喷雾量过多,岩浆易流散,使岩浆积聚在巷道底部,对掘进机密封件不利,也影响掘进机正常维修作业。

(2)外喷雾 布置在防尘板及输送机转载点外的喷雾装置,起到辅助降尘与防止粉尘再次飞扬的作用。

为了进一步提高水雾对粉尘的湿润作用和捕捉效果,近年来国内外普遍在水内添加湿润剂。湿润剂溶于水后,形成界面及附层,降低水溶液的表面张力,提高它对粉尘的吸附能力。添加湿润剂之后,水雾对粉尘的捕捉率可以显著提高,一般能使降尘效率提高30%~60%。

抽风除尘系统 由防尘板、吸尘管道、除尘器、抽风机等组成。

在刀盘附近的尘源区设置防尘板,将主要尘源与巷道其它作业区隔离。

防尘板一般有双层防尘板、单层防尘板、无防尘板等三种隔离方式。

(1)双层防尘板隔离方式:抽风吸尘管从双层防尘板中间抽风,形成球状负压区,防止粉尘扩散。抽出的空气含尘量较少,除尘效果较好,但双层防尘板结构对掘进机头部的检修工作带来困维。

(2)单层防尘板隔离方式:抽风吸尘管从防尘板前面抽风,使刀盘工作区形成负压,防止粉尘扩散。但抽出的空气含尘量较多,除尘效果较差。

(3)无防尘板隔离方式:受掘进机头部结构方式的限制,有时无法设置防尘板(如双护盾式掘进机)。为达到隔离粉尘效果,设置空气幕作间隔,并藉助巷道局部通风机产生的风压,防止粉尘扩散。抽风吸尘管从空气幕前方抽风,使头尘源区形成负压。

除尘器的选型,由净化要求决定。袋式脉冲除尘器和湿式离心式除尘器,净化后的空气含尘量可以低于2mg/m³,效果较好,但费用较高。干式离心式除尘器,效果



较差,很难达到 $2\text{mg}/\text{m}^3$ 以下,但费用少,管理简单。

为进一步提高降尘效果,各主要产煤国家正在研究将泡沫除尘方法应用于全断面掘进机除尘。泡沫液由起泡剂、稳定剂、防冻剂与水按一定比例混合而成。其主要工作原理是泡沫液经加压后,通过喷雾器高速喷出,形成大量的泡沫粒子群(也称为泡沫雾),覆盖尘源,使雾流与尘粒的接触面积和粘附机会明显增加,降尘效果显著提高。

(朱士陶)

quanduanmian juejinji kongzhi xitong

全断面掘进机控制系统 (control system of

TBM) 控制全断面掘进机安全供电及全部动作的系统,由电气控制系统和液压控制系统两部分组成。

电气控制系统 由主回路、控制回路、照明回路、信号回路、保护回路、自动控制系统等组成。

主回路 电压为 $660\sim 1100\text{V}$ 的交流电源通过换向隔离开关向刀盘电动机、油泵电动机、转载电动机等供电。主回路以交流接触器(空气或真空式)作为该回路的通断开关。

控制回路 以 $12\sim 36\text{V}$ 的安全电压供电,通过控制开关,操纵主回路的交流接触器、控制主回路各电动机的通断。

照明回路 以安全电压为照明系统供电。

信号回路 以灯光、声响进行联络的工作回路。近来,由无线电信号联络设备替代。

保护回路 可分为高压保护、低压保护及联锁保护。

(1) 高压保护 全断面掘进机装机总容量通常在 $1000\sim 3000\text{kVA}$ 之间,为了减少供电线路上的压降与线路损耗,采用 $6\sim 22.8\text{kV}$ 高压送电方式,变电站随机移动前进,将高压降到 $660\sim 1100\text{V}$,供主回路驱动电动机。高压送电系统由高压接触器与高压保护装置组成,以适应掘进作业工况。保护装置有漏电保护、过电流速断保护、过电流反时限保护以及断相与欠压保护。采用真空接触器时,还应设过电压保护。

在 35kV 降到 $6\sim 22.8\text{kV}$ 的供电变压器次级线圈中性点串接阻抗,平衡单相接地电容电流,使之小于 20A ,以保证安全供电。

(2) 低压保护 低压回路用电流互感器将电流变化传送至综合保护器,实现电动机的过载、断相、短路及漏电闭锁保护。

(3) 联锁保护 人进入刀盘区时,刀盘电动机不准启动;润滑泵电动机、转载电动机未启动时,刀盘电动机不准启动;后级转载机电动机未启动时,前级转载机电动机

机不能启动;转载机未全启动时,刀盘电动机不准启动;润滑油箱温升过高及油位不足时,电动机不准启动。

自动控制系统 可以分为自动监视保护、自动推进、自动控制方向、无线电遥控、逻辑程序控制自动掘进等。

(1) 自动监视保护系统 对掘进机的大轴承、减速器、末级大齿轮副、大密封等的润滑情况进行自动监视。监视内容有:润滑油流量、润滑油温度、润滑油过滤精度、油面高度等,确保主机能正常运转。

(2) 自动推进系统 掘进机的推力随刀盘电动机电流大小来调节,实现恒功率掘进,充分发挥主传动系统的能力。

(3) 自动控制方向系统 ZED 导向控制系统,以激光指向器射出的光束,投到位于掘进机头部的接收靶上,接收靶将机器的位置信息反馈到微机,由微机指导掘进机司机控制液压阀,纠正方向偏差。微机也可以控制电液阀来纠正方向偏差。

(4) 无线电遥控系统 控制安装衬砌护板机械手的全部动作,如抓起、收缩、回转、平移、伸出、定位等动作,均可由一个远距离悬挂式控制板,以无线电控制。

(5) 程序逻辑控制系统 是微机控制系统。在掘进过程中遇到异常情况时,能促使控制线路及报警系统连续监测;遇到危急情况时,由预先编好的程序实现自动停机;在正常掘进时,使各系统井然有序地工作。既易排除故障和容易维修,又易于对程序逻辑控制系统进行修改或增添新的功能。

液压控制系统 由支撑推进、方向控制、以及其他辅助回路组成。

支撑推进回路 是掘进机的主要回路,实现掘进机的推进动作。以 $15\sim 25\text{MPa}$ 的压力油进入水平液压缸的活塞腔,将水平支撑板顶牢在巷道侧帮,形成推进液压缸的固定支点,承受掘进机的掘进反力。推进液压缸藉此支点将机头架及刀盘向掘进头推进,推进力除克服机器前进阻力外,主要是将盘形滚刀的刀刃压入岩石,进行破岩作业。刀盘回转时,实现全断面破岩连续推进。遇到松软岩层时,水平液压缸无法顶牢巷道侧帮,不能形成固定支点,就以支护巷道的预制混凝土管片为支点,实现推进动作。

方向控制回路 配合方向自动控制系统纠正掘进方向偏差。方向控制回路还能稳定机头与机身,减轻机器振动。方向控制回路包括左右方向控制与上下方向控制。

辅助回路 有支护系统、钻探设备和刀盘点动回路等,系统油压在 15MPa 以下。

(朱士陶)

quanyuan shengchan weixiu

全员生产维修 (total productive maintenance)

20 世纪 70 年代以来日本推行的一种设备维修与管理制度。其要点是:①把提高设备的综合效率作为目标;②建立以设备的一生为对象的生产维修系统;③涉及到设备的规划、设计、使用、维修等部门;④从企业最高领导到生产工人都参加设备管理;⑤加强生产维修保养思想教育,开展以小组为单位的生产维修目标管理活动。目前已成为一种具有代表性的现代设备管理制度。

简史 日本在学习美国设备维修经验基础上,吸收设备综合工程学的理论,结合国情逐步发展形成全员生产维修制度的过程中,经历了以下几个阶段。第一阶段:1945~1950 年,这时在日本企业中普遍推行的是事后维修,就是设备发生故障后才加以修理。第二阶段从 1950 年以后的 50 年代,日本从美国引进了:①预防维修,以预防为主,对设备异常进行早期发现,早期处理,由于对所有设备一律实行预防维修,大量增加维修费用,因此有的企业只对设备的重点部位进行预防维修。②生产维修,对重点设备进行预防维修,对一般设备实行事后维修,既保证了生产,又节约了维修费用。③改善维修,指对经常发生故障的部位进行改善,防止重复故障的发生。第三阶段是 60 年代,从美国引进了维修预防新方法,在新设备的设计、制造阶段就着手减少设备发生故障的可能性,提高设备可靠性和易维修性。第四阶段是 70 年代,日本又引进了英国的设备综合工程学,在行为科学、系统工程观点和方法影响下,形成了全员生产维修制。

基本内容 ①指导思想是“三全”,即全效率、全系统、全员参加。全效率又称设备综合效率,是指设备整个生命周期的输出与输入之比。设备一生的输入是指设备寿命周期费用;设备一生的输出是指在满足安全、无公害、作业环境良好、成本低、质量高、按期交货和操作人员劳动情绪饱满等条件下的产量。全系统

有两个含义,一是指把设备管理的全过程都管起来;二是指与设备管理全过程相适应的一整套维修方式;全员参加是指涉及到设备的规划、设计、制造、采购、安装、使用、维修等所有部门的有关人员都组织起来参加设备管理。②实行设备分类管理。根据企业生产性质和设备重要程度,将设备划分为关键、重点和一般 3 类。对关键和重点设备进行重点管理,作为以预防为主的管理对象,除由操作工人负责日常点检外,还要由维修工人负责定期点检并针对一些特殊项目进行不定期的专项检查;一般设备实行日常点检和维护。③不同设备采取不同的维修方式。对一般设备,采取事后维修方式;对重点设备,采取预防维修方式;对经常发生故障的设备,采取改善维修方式;对关键设备,在设计、制造阶段采取提高设备可靠性,易维修性为目的的维修预防方式。④目标管理。确定全员生产维修的工作方向,目的和要达到的具体程度,用以衡量工作效果,进行目标管理。目标管理分制订、实施、总结三个阶段。从公司到生产维修小组都分别制订明确具体的目标并有完成目标所采取的措施。实施后,要对完成的目标进行评价(总结),公司对有成绩的小组给予奖励。⑤维修原始资料收集与利用。原始数据来自使用和维修部门,在统计的基础上进行分析。分析的重点是设备的故障状况。经过统计、分析明确设备所在部门和设备维修工作方向。在对维修记录分析研究的基础上进一步制订和修改各种标准、规程使全员生产维修不断充实提高。⑥开展“5S”活动。“5S”为整理、整顿、清洁、清扫及素养,上述 5 个词的字头都是“S”简称“5S”。整理—将紊乱的东西整理好,把不用的东西清除掉,按秩序排列好;整顿—整顿生产操作秩序,把生产必须的图纸、工具等准备齐全;清洁—保持清洁无污垢;清扫—把工作环境清扫干净;素养—讲文明、懂礼貌、有良好的生产习惯,遵守各种规章制度。“5S”活动的核心是要养成文明生产和科学生产的良好风气和习惯。

(顾为民)



R

renche

人车 (man car) 矿井中运送人员的专用车辆。按使用场合可分为平巷人车和斜井(巷)人车两种。中国煤矿人车轨距采用 600、900mm,个别矿井中也有使用 762mm 轨距。适用轨型为 15、22、30kg/m 轻轨。

平巷人车 由电机车牵引,在平巷中往返运送人员的车辆。中国使用的平巷人车座位数一般为 12~21 座,牵引高度为 320mm,最大牵引力为 30000N。平巷人车由车体、双轴轮对转向架、连接装置和缓冲装置等部分组成。

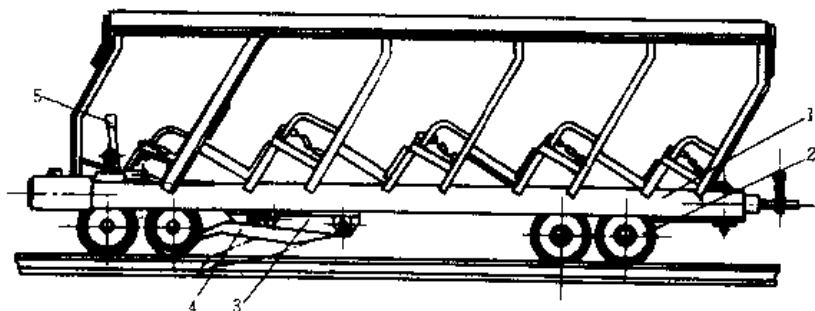
车体 由底盘和车厢组成,车厢内设有双座或三座横向靠椅,座椅的靠背是活动可拆的。车厢上部有顶盖,两边各有一扇可开启的侧门。当运送伤员时,取下车内座椅的靠背,打开侧门,担架即可进入车厢,放在座椅的座板上。

双轴轮对转向架 每节人车底盘下装有两组带转向架的双轴轮对,以保证人车与钢轨具有良好的接触,这对于使用架线式电机车运送人员时免遭触电危险是很重要的。

连接装置 由中心拉杆和缓冲弹簧组成,各节人车通过连接链与中心拉杆连接组成列车。

缓冲装置 由 4 个内部装有弹簧的碰头组成,以减缓减速时各节人车间的相互冲击。

斜井人车 由绞车牵引,座椅设置与斜井倾角相适应的运送人员的车辆(见图)。中国使用的斜巷人车座位数一般为 10~15 座,牵引高度为 350mm,最大牵引力为 50000N,适用巷道倾角 $6^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 。斜井人车与平巷人车的主要区别在于斜井人车装有防坠器,一旦钢丝绳破断或牵引绞车发生故障时可防止跑车事故。防坠器可分为:抓捕道床或轨枕的插爪式,抓捕钢轨的抱轨式,还有抓捕专用钢管、木梁或钢丝绳的。中国斜井人车多使用前两种。防坠器的动作通过一套传动机构实现,全套传动机构由自动动作系统和手动动作系统组成。自动机构用于发生断绳及绞车失灵事故时自动开启防坠器;手动机构用于自动机构失灵,以及发现前方线路有事故或不利于安全行车的障碍时,用人工开启动防坠器。斜井人车可以单辆运行,也可编组运行。编组运行时,车组由首车和若干尾车组成。首车用首车连接器与牵引钢丝绳连接,尾车与首车及尾车与尾车之间用中间连接装置连接。中间连接装置既能传递拉力,也能传递压力,以保证车组中各辆人车的防坠器能同时动作。



插爪式斜井人车结构简图

1—车体; 2—双轴轮对转向架; 3—制动滑架; 4—制动插爪; 5—手动机构拉杆

(黄文元)

ren gong jiaohuan diaoduji

人工交换调度机 (manual switch-dispatch board)

在电话通信过程中,由调度员操作用户键和功能键实现调度员、被调用户及外局用户之间的通话接续的成套装置。

组成 人工交换调度机由用户电路设备、绳路设备、座席设备 3 部分组成 (图 1)。

用户电路设备 每个用户单独使用的设备,它包括用户状态 (如呼叫状态、通话状态、挂机状态) 的信号单元和接通用户 (即应答用户) 单元。

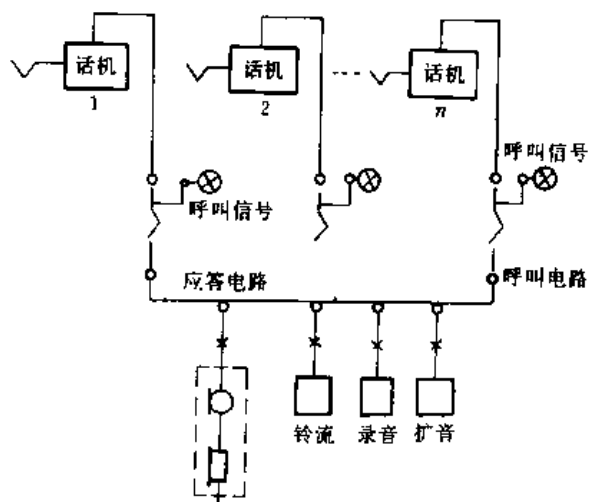


图 1 人工交换调度机示意图

绳路设备 供调度员回答主叫用户的呼叫并接通被叫用户,还能接收双方的终话信号的设备。

座席设备 包括调度员手机、铃流设备、录音设备、双工扩音设备等。

分类 人工交换调度机有磁石式、共电式、通过式 3 种类型。

磁石式人工交换调度机 用手摇发电机作为呼叫信号源,用干电池作为电话机通信电源的调度机。它由号牌条、插孔条、二芯插塞、扳键、塞绳、手摇发电机、调度员手机及夜铃等组成 (图 2)。



图 2 磁石式人工交换调度机示意图

用户信号是用号牌来指示的,当用户摇动电话机上的手摇发电机时,座席上相应门数的号牌掉下,调度员随即用塞绳和插孔电路来应答和接线,通话终了,调度员拆线、掀上吊牌,机器复原。该调度机不需要交流电源,对通信线路绝缘的要求很低,所以在矿井凿井期间,或在临时性的生产指挥中仍被采用。由于其防爆性能差,操作笨重,调度不便而逐渐被淘汰。

共电式人工交换调度机 电话机由调度机一侧集中供电,并由调度员接通用户电话的调度机。1980 年开始,中国使用本安型防爆人工交换调度机,逐步取代一般型调度机。本安型防爆人工交换调度机 (图 3) 与普通的人工交换调度机的主要不同是在其用户电路中加入通信安全隔离电路,把各种非本安信号 (主要是铃流) 和馈电变为本安信号和馈电。其铃流与馈电不是同时叠加在用户线上,以达到限压、限流之目的。

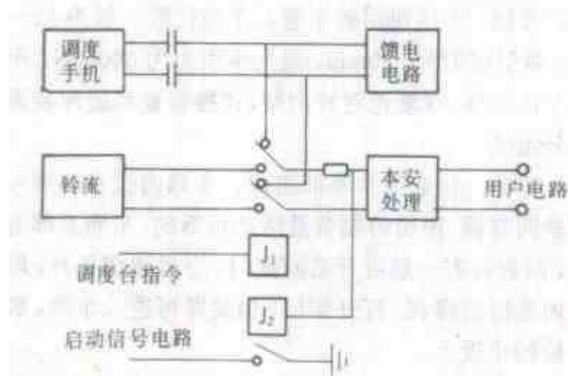


图 3 本安型人工交换调度机示意图

通过式人工交换调度机 一种调度员、用户与普通型自动交换机用户端口具有特定连接关系的调度机。此特定的关系是通过一个接口电路来实现的 (图 4)。这样调度分机既是人工交换调度机的用户由调度指挥台人工操作其接续,同时它又是与之外接的普通型自动交换机的用户,可由它进行自动接续,从而克服了人工交换调度机话路靠人工接续的缺点。同时它容易与行政电话联网,使全矿的电话网络简化,便于全矿井上并下的行政电话与调度电话实现统一编号与等位

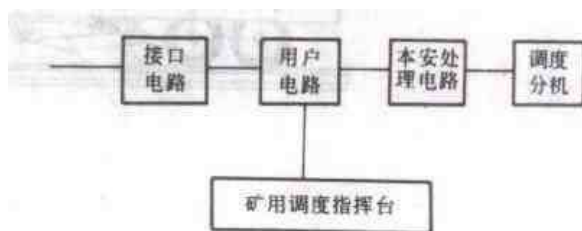


图 4 通过式人工交换调度机示意图

拨号,以减少线路投资。

其主要技术要素:通信线路的传输参数、传输衰减、串音衰减、杂音、对地不平衡度、铃流、紧呼接收、蜂音信号、扩音指标、电源、录音录时方式、对地绝缘、本安参数。

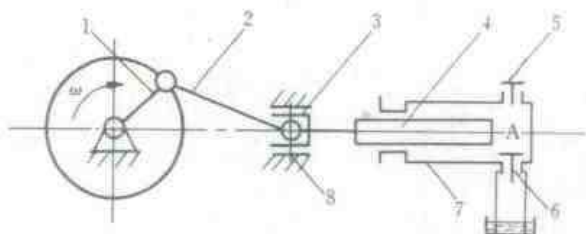
参考书目

张家兴等编著,《电话交换技术》,人民邮电出版社,1983。
(何年春)

ruhuaye bengzhan

乳化液泵站 (emulsion power pack) 向工作面提供压力乳化液的设备。以乳化液为工作介质,将电能转变为液压能作为液压支架(柱)动力源,也可作为其它液压设备的液压源。乳化液泵站由乳化液泵组和乳化液箱组成。乳化液泵组由乳化液泵、防爆电动机、联轴器、机架及控制元件等组成。

乳化液泵 以乳化液为工作介质的液压泵。常见的结构形式为卧式往复柱塞泵,它将曲轴的转动经过曲柄连杆、滑块机构变为柱塞的直线往复运动,从而完成吸排液,输出压力液体(见图)。为减少输出流量脉动,柱塞数目一般为三个,也有五个,各国大多采用三柱塞。卧式三柱塞泵的特点是:结构简单,流量稳定,寿命较长,维修方便。卧式五柱塞乳化液泵,特点是:流量脉动小,但由于柱塞数目增多其结构和维修相对复杂。此外还有径向柱塞泵、轴向柱塞泵等。90年代初期,乳化液泵已向高压大流量发展,由70年代初期的流量80l/min,压力10MPa发展到流量478l/min,压力48MPa,以满足高产、高效采煤工作面的需求。



乳化液泵工作原理图

1—曲轴; 2—连杆; 3—滑块; 4—柱塞;
5—排液阀; 6—吸液阀; 7—泵缸; 8—轴道

乳化液箱 贮存、回收、过滤和配制乳化液的装置。主要由液箱、过滤器、蓄能器、卸载阀等组成,并配备有使乳化液泵正常工作的控制元件,乳化液箱必须和泵组匹配使用。

乳化液 由乳化油和水按一定比例配制而成的工

作液。中国煤矿液压支架常用的工作液是乳化油与中性软水按5:95重量比配制而成的乳化液,其特点是难燃,并有良好的防锈和润滑性能。

杨国威

runhuayou moli fenxi jishu

润滑油磨粒分析技术 (technology of analyzing lubricant debris) 根据对机器箱体内润滑油中金属磨损颗粒数量、粒度、形态和成份的分析,预测、判断机器各零部件运行工况的一项故障诊断技术。

分析步骤 整个润滑油磨粒分析工作可分为采样、检测、诊断、预测和处理5个步骤。

采样 从润滑油中采样,必须采集能反映运转机器中各个零部件运行状态的油样,油样要具有代表性。

检测 对采集的油样进行分析,测定油样中磨损颗粒的数量和粒度分布,初步判断机器的磨损状态是正常磨损还是异常磨损。

诊断 经油样检测,发现机器处于异常磨损状态时,需进一步进行诊断,即确定磨损零件和磨损类型(如磨料磨损、疲劳剥落等)。

预测 指预测处于异常磨损状态的机器零件的剩余寿命和今后的磨损类型和趋势。

处理 根据所预测的磨损零件、磨损类型和剩余寿命即可对机器进行处理,确定维修的方式、维修的时间以及确定需要更换的零部件等。

分析方法 润滑油磨粒分析技术常用的油样分析方法有:油样光谱分析法、油样铁谱分析法和磁塞检查法3种。

油样光谱分析法 指用原子吸收或原子发射光谱分析润滑油中金属磨粒的成份和含量,以判断磨损的零件和磨损严重程度的方法。它不仅可以定性地判断磨损的零件,而且可以从润滑油中金属含量的多少,定量地判断出零件磨损的程度。这种方法对有色金属比较适用,检测的金属磨粒大小一般只能小于10μm,且不能给出磨粒的形貌细节。油样光谱分析采用标准的光谱分析仪。

油样铁谱分析法 目前使用最广泛、最有发展前途的油样分析方法。基本原理是将油样按严格的操作步骤稀释在玻璃试管或玻璃片上,使之通过一个强磁场,在强磁场的作用下,不同大小的铁磁磨粒所能通过的距离不同,根据油样中磨粒的沉积情况即判断出机器磨损的程度,可以用光学或电子显微镜观察磨粒形貌,油样铁谱分析可检测磨粒的数量、粒度、形态和成

份 4 种信息。检测铁磁磨粒的粒度范围为 $20\sim 200\mu\text{m}$ 。常用的铁谱分析仪器有分析式铁谱仪、直读式铁谱仪、旋转式铁谱仪、铁磁磨粒测量仪和颗粒定量仪等。

磁塞检查法 是一种简便的油样分析法，它用带磁性的塞头直接插入机器润滑系统的管道内，靠磁性收集润滑油中的铁磁性磨粒，并用肉眼直接观察磨粒

大小、数量和形状，以判断机器零件的磨损状态，适用于检测磨粒的尺寸大于 $100\mu\text{m}$ 。

参考书目

屈梁生，何正嘉编著，《机械故障诊断学》，上海科学技术出版社，1986 年。

(刘邦雷)



S

shebei baofei guanli

设备报废管理 (discard management of equipment) 对技术上或经济上不宜再用,也不宜修复、改造的设备进行处理的管理工作。及时报废设备有利于促进设备更新。

设备报废条件 凡符合下列条件之一者,即可报废:①设备老化、技术落后、能耗高、效率低、精度和功能达不到最低工艺要求;②通过修理、改造虽能恢复精度和功能,但一次费用过高,不如更新经济;③严重污染环境,危害人身健康和安全,进行改造又不经济;④遭受意外灾害或事故,造成严重损坏,又不宜修复;⑤设备使用时间虽未达到规定年限,但因质量低劣,经修理达不到最低工艺要求或不经济;⑥超过使用年限的老、旧、杂设备;⑦国家规定应淘汰的设备。

设备报废手续 对符合报废条件的设备,由设备管理部门组织有关人员进行报废鉴定,填写报废申请单逐级上报,按规定权限审查批准。已批准的报废设备,在设备台帐上核销,办理固定资产报废财务手续。已报废的设备一般不得继续作用,对其中尚可使用的零部件则应利用或作价销售,处理报废设备的损益,作为营业外支出或营业外收入处理。

经济寿命计算 经济寿命是指设备使用期内,到达年平均费用最低的年数。研究和计算设备经济寿命,对合理确定折旧年限和最佳更新期具有重要意义。常用的经济寿命计算方法有:总费用净年值法;低劣化法;方形理论法等。

总费用净年值法 从各种费用中计算出年总费用最低的年份,即设备的经济寿命期,其计算式为:

$$N(n) = \left[p + \sum_{j=1}^n \frac{E_j}{(1+i)^j} - \frac{C}{(1+i)^n} \right] \cdot \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

式中 $N(n)$ 为年支出总费用,元; E_j 为各年生产支出费用 (E_1, E_2, \dots, E_n), 元; $\frac{1}{(1+i)^n}$ 为现值系数; $\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$ 为资金回收系数, $\frac{i}{(1+i)^n - 1}$ 为减债基金系

数; i 为年利率,%; n 为使用年限,年; p 为设备原值,元; C 为设备预计净残值,元。

低劣化法 用年收益的差数 G_j 代替总费用净年值法计算式中各年生产支出费用 E_j , 计算出低劣化值最小的年份,即设备的经济寿命期,其计算式为:

$$A(n) = \left[p + \sum_{j=1}^n \frac{G_j}{(1+i)^j} - \frac{C}{(1+i)^n} \right] \cdot \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

式中 $A(n)$ 为低劣化值,元; G_j 为年收益的差数,元。

方形理论法 运用方形理论可较简便地求出未考虑修理和残值情况下的设备经济寿命期,其计算式为:

$$n_0 = \sqrt{\frac{2p}{g}}$$

式中 n_0 为经济寿命期,年; p 为设备原值,元; g 为年综合磨损所支出的费用,元。

(郑雅棠 李伟民)

shebei biao zhun hua guan li

设备标准化管理 (standardized management of equipment) 将设备管理过程中重复性事务和公认概念制订成管理规则 and 具体规定并据此进行管理,以达到协调和统一。它是组织和管理各项业务的手段,也是设备管理的基础工作。推行设备标准化管理,可提高设备管理水平和工作效率。

主要内容 包括制订和执行规程、制度、定额和标准,建立原始记录和报表以及管理台帐和管理图表等。

制订规章制度 按各项管理业务制订相应规程、制度、定额和标准。规程、标准有的是行业主管部门制订的,企业应遵照执行,有些则是由企业制订的,与管理业务配套。①设备管理:制定设备管理规程和各级责任制度;②操作管理:制定操作规程,岗位责任制;③维护管理:制定维护规程或维护保养制度;巡回检查制度;④润滑管理:制定润滑管理制度、油耗定额;⑤检修管理:制定检修规程、大修、维修管理制度、检修工时、材料费用定额;⑥机电事故管理:制定事故管理制度;⑦备品、配件管理:制定配件管理制度、消耗定额、

储备定额等;⑧固定资产管理:制定固定资产管理制度;⑨技术管理:制定各类设备和机房完好标准,技术档案和图纸、资料管理制度;⑩质量管理:制定质量标准、检查验收制度;⑪经济管理:制定维修成本定额、资金占用定额等。

原始记录与统计报表 为掌握设备运行和技术状态,须建立记录与报表制度。原始记录有:①设备运行记录;②设备日常点检或状态监测记录;③设备检测或试验记录;④设备检修记录;⑤设备缺陷和事故记录;⑥设备更新改造记录等。统计报表是数据汇总,设备管理统计报表有:①设备技术状态报表;②机电事故报表;③设备大修完成情况报表;④备件消耗统计表;⑤用电情况报表等。

管理台帐与图表 管理台帐是将设备管理中各种原始记录与统计表中的一些重要数据,按类别和时间顺序汇总在一起的记录簿。管理台帐有:①固定资产台帐;②设备技术台帐;③设备运行、维修台帐;④设备费用台帐;⑤水、电、油、气消耗台帐。设备管理图表是按记录、报表、台帐反映设备各种情况和管理水平的数据,经过分析绘制的,用以指导设备管理工作。设备管理图表有:①设备完好率、待修率、机电事故率管理图表;②主要设备管理图表;③主要设备检修计划管理图表;④设备维修费用管理图表等。

(尤家斌)

shebei gaizao yu gengxin

设备改造与更新 (equipment upgrading and renewal) 为补偿设备在使用或闲置过程中发生的有形磨损和无形磨损而采取的手段,使设备不断适应技术进步和企业生产活动的途径。设备改造是用新技术、新部件改变设备结构,使其局部或全部达到新设备的技术性能;设备更新是用技术先进或同型新设备替代旧设备。通过对设备进行技术改造或更新,可使企业改善和提高装备素质,加快实现企业生产手段现代化和技术进步的步伐。

设备磨损与补偿方式 设备在使用或闲置过程中发生有形磨损和无形磨损。有形磨损又称物质磨损。设备在运行过程中,在外力的作用下零部件间发生摩擦、振动和疲劳等现象,使设备实体产生磨损,称第一种有形磨损。设备在闲置过程中,由于自然力的作用而锈蚀或由于缺乏必要的维护而丧失精度或工作能力,称第二种有形磨损。无形磨损又称精神磨损。由于相同结构设备重置价格的降低,而使原有设备价值贬低,称第一种无形磨损(又称经济性无形磨损)。由于不断出现性能更完善,效率更高的设备,使原有设备在技术上陈旧

落后产生的无形磨损,称第二种无形磨损(又称技术性无形磨损)。有形磨损和无形磨损都能引起设备原值的贬值,研究设备磨损规律,正确掌握设备磨损程度,是决定采用修理、改造或更新的重要依据。磨损的形式不同,补偿方式也不同,补偿分局部补偿和完全补偿。设备有形磨损的局部补偿是修理,无形磨损的局部补偿主要是改造,有形磨损和无形磨损的完全补偿是更新。

设备改造 设备改造的原则:①针对性。按生产工艺要求,针对使用中的薄弱环节,结合设备技术状态,有重点地进行。②先进性。根据不同的设备、不同生产工艺,采用不同的技术标准,以生产适用为前提,不能盲目追求先进。③可靠性。经技术论证或实践证明改造方案是可靠的。④经济性。通过经济论证,能以较少的投入,获得较大的经济效益。设备改造的形式:①设备的改装。通过改变设备的功能、容量、功率、体积和形状,以满足增加产量和改变产品的要求。设备改装可充分利用现有设备,节省投资,但是不能提高设备现代化水平。②设备的技术改造。通过对现有设备的技术改造,提高设备现代化水平,可以提高生产效率和产品质量,降低消耗和成本,提高经济效益。设备技术改造的内容:①提高设备零件可靠性和设备的可维修性。②提高设备自动化程度,实现自动化、联动化。③提高设备功率、速度、刚度和扩大、改善设备的工艺加工性能。④将通用设备改装成高效、专用设备。⑤提高设备加工精度,实现加工产品尺寸公差自动控制。⑥改装完善设备监测、监控装置。⑦改进润滑冷却系统。⑧改进设备安全、保护装置。⑨降低设备能耗。

设备更新 设备更新的原则:符合下列情况之一者可以更新。①经过多次大修,技术性能不能达到工艺要求和保证不了产品质量。②技术性能落后,经济效果很差。③通过修理、改造虽能恢复性能及精度但不经济。④耗能大或严重污染环境,危害人身安全与健康,进行改造又不经济。⑤国家或有关部门规定应淘汰的设备。设备更新的方式:①原型更新。这种方式适宜在能够满足工艺要求又暂无新型号设备可替换或暂时买不到新型号设备情况下采用。②技术更新,选用技术先进,性能好、效率高、耗能少的设备替换技术性能落后又无修复、改造价值的老设备,是设备更新的主要方式。

设备改造更新决策 对严重磨损和陈旧落后的设备,可以采取修理、改造和更新的办法解决。设备修理(大修)是恢复设备性能、精度、维持简单再生产的有效措施,是补偿设备有形磨损的主要方法,但是修理无法补偿由于技术进步引起的无形磨损,企业可结合设备大修对设备进行技术改造,既可补偿设备的有形磨



损,又能改善、扩大原有设备功能,收到投资少、周期短、见效快的效果。中国煤矿企业结合大修对老式提升机滚筒、制动系统、安全保护装置及对老式主通风机进行的改造,使设备安全运行和节能都取得很好的效果。对难于修复、改造的经济上不合理的设备应及时更新。中国煤矿企业对低效主排水泵的更新收到显著的经济效益。在进行设备修理、改造和更新方案比较时有以下几种情况:①设备原封不动,继续使用;②进行大修理;③进行技术改造;④采用同型号新设备;⑤采用技术先进的新设备。进行方案比较时,通常采用设备总成本现值比较法,即将各种方案在相同时间的设备使用费用(投资或余值加上维修费用)总额的现值求出,然后被输出系数除,得出各方案总设备成本的现值,其值最小者,即为应采用的最佳方案。各种方案的计算公式如下:

$$\text{旧设备留用方案 } C_{en} = \frac{1}{K_o} \lambda E_o$$

$$\text{旧设备大修方案 } C_{en} = \frac{1}{K_e} (W_e + \lambda E_e)$$

$$\text{旧设备改造方案 } C_{en} = \frac{1}{K_g} (W_g + \lambda E_g)$$

$$\text{相同新设备方案 } C_n = P - L_n + \lambda E$$

$$\text{先进新设备方案 } C_{en} = \frac{1}{K_x} (P_x - L_x + \lambda E_x)$$

式中 C_{en} 、 C_n 、 C_{gn} 、 C_o 、 C_{xn} 为相应方案的总设备成本现值; K_o 、 K_e 、 K_g 、 K_x 为相应方案的输出系数,即该方案的生产率被相同新设备的生产率除; λ 为同额支付现价系数, $\lambda = \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$; i 为资产年利率, n 为使用年数; E_o 、 E_e 、 E_g 、 E 、 E_x 为相应方案年平均维修费; W_e 、 W_g 为相应方案的大修理费; P 、 P_x 为相应方案的设备原值; L_n 为设备的实际余值。

除上述设备总成本现值比较法外,还有综合比较法、动态规划法、追加投资利率法、决策树法等。综合比较法是将设备的初投资,生产率、成本综合在一起比较其经济性的一种方法。动态规划法是将采用新设备的经济效益与在用旧设备的经济效益进行比较,用动态的方法研究设备的经济寿命和更新。追加投资利率法是以追加投资利润率的高低衡量投资方案的优劣作出更新决策的方法。决策树法是将不同的可行方案的成本、所需投资费用和可能获得的利润都绘在决策树图中进行比较而后决策。

设备改造与更新要求 随着科学技术的发展,总趋势应加快设备更新。但应从实际出发改造与更新,根据国情,各有侧重。发达国家主要采取设备更新,而且更新周期越来越短。而发展中国家限于资金,以设备改造为主。同一国家不同经济发展时期也有不同侧重,中

国改革开放以来综合国力有很大提高,有条件采用国际先进设备进行设备更新,同时也十分重视设备改造。设备改造与更新须围绕企业发展规划,结合整个企业的技术改造,着眼于提高综合能力和整体效益。

参考书目

李纪等编著,《矿山机电管理工程》,煤炭工业出版社,1987年。

钟振等编著,《现代设备管理》下册,机械工业出版社,1991年。

(尤家斌)

shebei guzhang guanli

设备故障管理 (fault management of equipment)

对设备或零部件技术性能降低造成停机或设备非正常损坏造成停产事件的分析、处理与防范工作。设备故障指设备或系统丧失功能不能正常工作;在设备故障中属非正常损坏,损失超过行业主管部门规定限度者称设备事故。

事故种类 中国煤炭行业按机电设备事故的损失价值,影响生产时间和严重性分为一般事故,重大事故和特大事故3类。

一般事故 具有下列情况之一者称为一般事故。

①造成设备直接损失价值0.1~2万元者;②造成设备停运影响生产或基建施工1h及以上或产量损失200t及以上者;③地面工厂造成车间供电中断1~4h或全厂供电中断10~30min者;④乘人罐笼卡罐1h以上者;⑤3kV级以上变配电设备误停、送电者;⑥提升设备断绳、蹲罐、坠罐、坠箕斗、大型物件坠入井筒,运输设备碰头、追尾、车辆颠覆、斜井跑车、空压机气缸、风包以风管爆炸或气缸捣毁、胶带、电缆或电气设备着火等恶性事故,造成经济损失达到一般事故程度者。

重大事故 具有下列情况之一者称为重大事故。

①造成设备直接损失价值2万元以上到50万元者;②提升设备卡罐达4h以上者;③主排水泵房停泵,造成泵房进水或淹泵者;④全矿井停电10min以上,地面工厂车间供电中断4h以上到7d或全厂供电中断30min以上至2d者;⑤提升设备断绳、坠罐、坠箕斗、蹲罐、过卷,大型物件坠入井筒,运输设备的碰头、追尾、车辆颠覆、斜井跑车、皮带、电缆或电气设备着火,3kV级及以上变配电设备误停、送电、空压机气缸、风包及风管爆炸或气缸捣毁等恶性事故,造成的经济损失超过一般事故程度者;⑥对突出瓦斯矿井地面瓦斯抽排泵站,停止运行20min及以上者;⑦主扇风机及分区扇风机停风;高突瓦斯矿井10min及以上,其它



矿井 20min 及以上者。

特大事故 具有下列情况之一者,称为特大事故。

①造成设备直接损失价值超过 50 万元者;②因机电、运输事故引起的淹井、着火、瓦斯爆炸、停电造成全矿井停止生产 8h 以上,基建施工企业造成全部矿井工程停 28h 以上者;③地面工厂车间供电中断 7d 以上或全厂中断供电 2d 以上者;④主扇风机和分区扇风机停止供风 30min 以上者。

事故原因分析法 有顺向分析法、逆向分析法、故障树分析法等。

顺向分析法 又称归纳法。是从原因系统出发,按其功能联系,调查原因(下位层次)对结果(上位层次)的影响分析法,也就是从设备系统的下位层次向上位层次的分析方法。

逆向分析法 又称演绎法。是从上位层次发生的故障结果出发,向下位层次的故障原因进行分析方法,也就是逆向地从结果向原因进行分析的方法。故障原因可先按大类划分,如设备方面、生产方面、维修方面等,再详细分类。设备方面有设备设计、制造问题;生产方面有计划安排不当、赶任务;操作方面有操作失误等。再细分还可找出原因,如操作失误是不懂设备结构、责任心不强等;按故障责任可分为制造厂,管理部门、使用部门;领导责任、个人责任等。

故障树分析法 (FTA) 是逆向分析法的代表。故障树分析法,以系统内发生的故障,又称结果事件为分析目标,找出系统内产生的部件失效、环境变化、人为失误等全部可能因素,将底事件(分基本事件与未摆明事件)与系统故障之间的逻辑关系,用倒立树状图形表示出来的方法。底事件位于所分析故障树的底端,总是某个逻辑门的输入事件,结果事件是故障树分析中由其它事件或事件组合所导致的事件。结果事件总是位于某个逻辑门的输出端,并且分为顶事件和中间事件。故障树分析法广泛用于故障(事故)分析。

设备事故防范措施 应用综合管理的思想,贯彻预防为主方针,加强事故防范管理,具体措施有:①加强职工培训、提高职工技术素质,持证上岗;②严格执行岗位责任制,制订操作、维护、检修规程,遵守使用条件,正确使用设备;③认真做好设备检修,修复或更换零件,使设备的劣化得以恢复;④定期检查设备保护装置,使其动作可靠;⑤认真分析事故,接受教训,防止类似事故发生;⑥对设计上的弱点进行改造或改装;⑦对重点设备开展状态监测和技术诊断,逐步做到事故报警和预知维修。设备状态监测是通过各种方法掌握设备运行中的有关参数,对设备异常或故障进行预测的技术;技术诊断是根据被诊断设备的种类和工

作特点,采用仪器对主要部件或润滑油脂,振动参数、特征性气体、电气绝缘、温度场等进行测试、监测,发现设备缺陷或隐患,通过分析取得能表征设备状态的特征性参数,得出正确的诊断结论,组织预知维修(见故障诊断技术)

设备事故处理原则 企业生产设备发生事故后,要及时组织抢修,尽量缩短事故停机时间,恢复生产。设备事故处理原则是“三不放过”:①事故原因分析不清不放过;②事故责任者与群众未受教育不放过;③没有防范措施不放过。企业对玩忽职守、违章指挥、违反操作、维护、检修规程,造成设备事故和经济损失的责任者,根据情况,追究经济、行政或刑事责任。发生事故要按规定上报主管部门,对隐瞒不报或弄虚作假的单位和个人,要加重处罚。

设备故障(事故)考核指标 中国煤炭行业规定对煤矿考核机电事故率,对机械制造厂考核设备事故频率、设备故障停机率。

$$\text{煤矿机电事故率} = \frac{\text{机电事故影响当期产量}}{\text{当期计划产量}} \times 100\%$$

$$\text{机厂设备故障停机率} = \frac{\text{设备故障停机时间(台时)}}{\text{设备运转时间(台时)} + \text{设备故障停运时间(台时)}} \times 100\%$$

$$\text{机厂主要设备事故频率} = \frac{\text{主要生产设备全年发生事故次数}}{\text{全年主要生产设备开动台班数}}$$

其中①事故影响时间指设备因故障(事故)而停止工作时间,从发生故障时算起,直到恢复正常工作或替换设备投入运转为止的时间;②影响产量(t) = 平均小时实际产量(i) × 影响时间;③设备直接损失价值,指修复故障设备耗用的人工、材料及配件费用或设备重置费用。

(李纪)

shebei jishu guanli

设备技术管理 (technical management of equipment) 从设备规划、选型、使用直到报废全过程进行的技术管理工作。目的是使设备经常处于良好的技术状态,保证生产正常进行,不断提高企业设备现代化水平,为生产提供最优良的技术装备。技术管理的目标是合理选型、精心安装、正确使用、及时保养、科学检修、适时改造更新,发挥设备效能,提高投资效益。

主要内容 包括投产前、投产后和技术资料管理等 3 方面。①投资前的选型、验收、安装调试及移交生产各环节的技术管理工作;②投产后的设备初期管理,运行、维护、检修、改造与更新等各环节的技术管理工



作;③技术资料管理。包括静态资料,如说明书、图纸、交接验收鉴定文件等;动态资料,如运行、检查、修理、测定、诊断和故障记录等。设备标准管理也是设备技术管理的内容。

主要指标和计算公式

$$\text{设备完好率} = \frac{\text{完好设备台数}}{\text{在册台数} + \text{租(借)入台数} - \text{租(借)出台数}} \times 100\%$$

$$\text{设备待修率} = \frac{\text{待修设备台数}}{\text{在册台数} + \text{租(借)入台数} - \text{租(借)出台数}} \times 100\%$$

$$\text{设备事故率} = \frac{\text{设备事故影响当期产量}}{\text{当期计划产量}} \times 100\%$$

$$\text{设备新度系数} = \frac{\text{期末企业全部设备固定资产净值(万元)}}{\text{期末企业全部设备固定资产原值(万元)}}$$

$$\text{万元产值维修费用} = \frac{\text{全年实际设备维修费(元)}}{\text{企业全年总产值(万元)}}$$

(尤家炽)

shebei jianxiu

设备检修 (equipment overhaul) 补偿设备物质磨损,恢复设备性能,防止发生故障,延长设备使用寿命的手段。通过检修更换磨损超限或损坏的零部件,修复靠维护保养无法解决的缺陷,达到恢复设备性能的目的。

设备检修制度 指对设备检查、修理的规定和方法。

设备的维修方式可分为事后维修、改善维修和预防维修,预防维修又可分为定期维修和状态维修。事后维修又称故障修理,即设备发生故障时所进行的非计划性修理。由于缺乏准备,停修时间较长。改善维修是在恢复设备性能的同时,针对故障易发部位改进结构或零件材质等的检修,可较大程度地清除故障发生因素。预防维修是按事先规定的计划和相应的技术要求所进行的维修活动。定期维修是以时间为基础的预防维修方式,具有周期性修理的特点。状态维修是以设备技术状态为基础的预防维修方式,又称预知维修。它是根据设备的日常点检、定期检查、状态监测和故障诊断提供的信息,经分析处理,判断设备劣化程度,合理确定检修时间,避免过度维修或酿成故障,以延长零件寿命,降低维修费用,它比定期维修更为合理,是今后设备维修工作的方向。

简史与现状 中国煤矿检修制度在早期是采用设备坏了再修的做法,即事后维修。1954年引进苏联采用的计划预修制度,开始强调预防性检修,对改善设备

运行状态,减少事故曾起到一定作用。1987年国务院发布的《全民所有制工业交通企业设备管理条例》提出:“设备维修与计划检修相结合”、“采用以设备状态监测为基础的设备维修方法”,向多种维修方式发展。煤炭企业将根据生产工艺特点和生产过程的要求采取不同的检修方式;主要提升设备和地面供电、生产系统等直接关系安全生产的设备、系统实行预防性检修制度;综采、综掘和其它采掘设备采完1~2个工作面(按采煤量或过煤量和设备实际状况而定)进行拆除后上井检修;有备用的设备或季节性使用的设备或系统,实行定期轮换或使用前计划检修;次要的或不直接影响安全生产的设备,实行事后修理。有的矿井已对主要设备进行状态监测,实行状态维修(预知维修)。

美国实行预防维修制(PM),以日常点检和定期检查为基础,对设备进行维修,现正大力发展预知维修。日本在引进美国预防维修的基础上,于70年代提出实行全员生产维修制度(TPM)(见全员生产维修)。原苏联实行计划预修制(ППР),以修理周期结构和复杂系数为主要支柱,对设备在维护保养基础上,采取检查后修理、标准修理和定期修理制度,将设备修理工作全部纳入计划轨道。近年也提出按实际开动台时修正预修计划和对设备进行状态监测与技术诊断。

检修类别与内容 中国煤炭行业规定设备检修分日常检修(小修)、一般检修(中修、项修、年检)和大修理三类。多数煤矿仍习惯按照设备的不同检修内容和工作量分为大、中、小修三类,小型移动设备则分为大、小修两类。

日常检修(小修) 对设备进行局部修理,小修的工作内容主要是针对日常点检和定期检查发现的问题,部分拆卸零部件进行检查,更换或简单修复少量磨损件,同时通过检查,调整紧固机件等技术手段,恢复设备的使用性能,使设备能正常运行到下次检修。

一般检修 包括中修、项修和年检。中修是对某些主要部件进行解体检修,主要包括修理或更换部分主要零部件与基准件,消除扩大的间隙,校正设备的基准,清查整个机械系统,紧固所有机件,更换电控主要部件或电机个别线圈,恢复设备的性能和精度要求,按检修标准检验。项修是对大型设备精度、功能达不到工艺要求的项目,按实际需要进行的针对性修理。一般要进行部分拆卸、检查、修复或更换磨损超限的零部件,恢复所修部分的性能和精度。年检指对运输车辆等设备,每年进行一次检查,更换和修复已磨损零部件。

大修 设备全部或大部解体进行彻底修理,修复基准件,更换或修复全部磨损超限零部件,修理、调整

电气系统,修复设备的附件;处理设备基础或更换设备外壳,翻新外观等全面消除存在缺陷,恢复设备规定的精度和性能,按大修标准进行验收。

检修计划分类与编制 按时间进度分为年度、季度和月度计划;按检修类别分为大修计划、中修及项修计划、小修计划、矿井停产检修计划等。

年度检修计划 矿井设备检修全年的工作大纲,明确各季、各月的检修任务,包括设备检修类别、检修日期、停修或送厂时间、修理工作量、所需备件、主要材料、技术力量等。

季度检修计划 年度检修计划的执行计划。根据设备使用情况、技术状态和工作条件的变化、修理前技术与生产准备情况和临时性修理任务,调整年度检修计划的项目和进度。季度检修计划具体规定季度设备检修的内容和分月进度计划,使其与生产经营计划更好地衔接起来。

月度检修计划 季度检修计划的执行计划,是对季度计划分月进度安排结合实际状况的调整。

检修计划的编制 重点是确定检修内容。煤炭企业编制设备检修计划的主要依据有①《煤矿安全规程》规定的定期检查、试验内容和《煤炭工业企业设备管理规程》规定的检修内容;②上次检修发现而未处理的问题;检测资料显示对接近临界值或磨损允许极限值的部件针对性检修或更换;③有使用期限的部件的检查或更换;④根据操作、维护人员和运行记录、维修检查记录的反映分析认定的检修内容;⑤技术人员现场发现的问题;⑥设备改造、技术革新和推广项目需列入检修计划的内容等。检修内容确定后,参照设备修理周期,修理间隔期,修理周期结构、修理工作定额,编制检修计划。检修计划应与生产经营计划作好综合平衡。

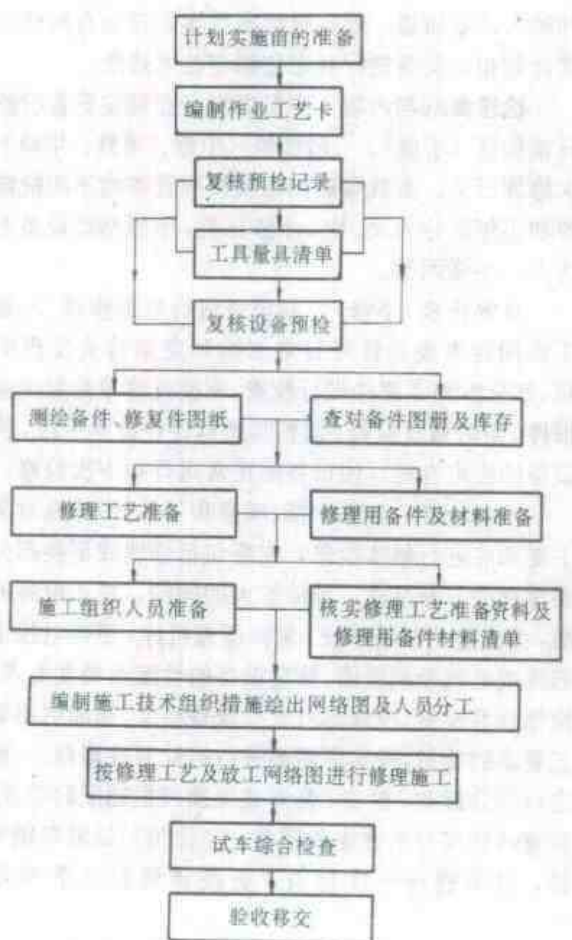
检修计划的实施 包括技术物质准备、施工方法、质量管理、安全措施、竣工验收、档案管理等(见设备检修计划实施程序图)。

技术物质准备 制定检修技术方案、检修质量标准及施工组织网络图;准备检修用的备件、材料、工具、仪器和起重设备等并逐件检查验收;对停电、停风、停水、停提、停运作出安排并落实到责任单位及有关人员。

检修施工方法 修理的组织方法有部件修理法、分部修理法、同步修理法等。部件修理法是以设备的部件作为修理对象,将事先准备好的同类部件替换下需要修理的部件,替换下来的部件送厂修复备用,这种方法能缩短停机检修时间。分部修理法是将设备各个独立部件的检修工作量分散开,每次只修理一部分,充分利用节假日或生产间歇时间进行,这种方法适用于检修工作量大又无备用的某些大型设备。同步修理法是将生产过程中工艺紧密联系的设备,安排在同一时间检修,这种方法适用于生产、运输、洗选、供电系统和联动化、流水线等配套设备。

检修质量管理 检修中用的每个备件、每种材料、每件机具及施工中每道工序都应有质量标准,严格质量控制。专、兼职质量检查员重点抓工序之间验收,中间验收和竣工验收。检修工人在每道工序完毕,经质量检查员检验,确认合格后方可转入下道工序。中间验收主要是检验隐蔽工程,经质量检查确认并作好记录方可继续施工。竣工验收主要是对各检修部位的最终结果进行检查和试运转。经质量检查员认定各检修部位数据符合标准后才能进行试运转。试运转时间和结果都达到要求后,方能投入生产。验收时应有操作工人参加,对大、精、稀、关键设备应有设备主管人员参加。对检查验收的数据、结果,由质量检查员签署检修合格证交设备主管部门保管,以备日后查阅。

检修安全措施 包括设备和人身两部分。检修任



设备检修计划实施程序

务书中应明确规定有关防火、防倒、防碰、防触电等安全措施。重大检修工程要单独制定安全措施,检修时要设专职或兼职安全检查员,监督、检查安全工作。

检修档案管理 包括检修记录、资料、图纸、计划、总结等有关文件整理旧档为编制下次检修计划、修订定额,分析事故提供参考。

矿井停产检修 中国煤矿检修的特殊形式。由于许多煤矿长期连续生产,为保证主要设备的安全运行,煤炭行业规定每个矿井每年有计划地安排12~15个停产检修日,使这些平时不能检修的设备、设施、系统进行停机检修。这种检修的特点是凡正常生产期间无法进行检修的项目,包括工艺复杂,拆解时间长,互相关联性强等项目均列入矿井停产检修计划。检修内容包括消除设备隐患缺陷、检查设备隐蔽部件、对关键部位进行无损探伤,对安全设施、装置进行定期试验,对设备出力,性能进行全面测试,有些设备的技术改造工程结合停产检修一次或分几次完成。在计划安排上,以省(区),矿务局为单位,各矿井的停产检修日轮流交叉进行,使生产、运输、供电等基本平衡。矿井停产检修工作量大、要求高、时间紧、强调精心组织,科学检修、包括事先周密准备,严格质量、保证安全、推广快速检修。

(尤家斌)

shebei jingji guanli

设备经济管理 (economic management of

equipment) 对设备购置、安装、使用、维修、报废各环节新发生的费用及使用期间计提折旧费等进行的管理工作。设备在煤炭企业固定资产中所占比重很大,随着机械化程度的不断提高,设备经济管理对提高固定资金使用效率,提高企业经济效益具有越来越重要意义。设备经济管理的目标是充分发挥设备效能和投资效益,使设备寿命周期费用最经济。

主要内容 对设备一生各环节费用进行分析,确定合理的费用界限,提出可供决策的方案,具体任务有:①对设备投资方案进行技术、经济论证,确定最佳投资方案;②对设备维修费用进行统计分析,降低维修费用;③按设备经济寿命合理进行折旧;④按经济合理、技术先进的原则,经多方案论证对比对设备技术改造选择最佳方案;⑤按经济、合理原则,确定设备更新周期,以技术先进、效率高的设备替换报废设备,有计划地进行报废和更新。⑥参与资产管理有关的折旧、租赁、报废等日常管理工作。

(郑维棠 李伟民)

shebei qianqi guanli

设备前期管理 (earlier stage management of equipment)

从设备的规划、选型购置、设计、制造、安装、调试到正式投入运行前的管理工作。前期管理决定了设备的适用性、可靠性和维修性,直接关系到后期管理,直接影响设备效能的发挥和企业经济效益的提高。

主要内容 包括设备的规划、选型、安装等。

设备规划 企业按照生产经营总目标,根据设备更新、改造、新产品开发、安全、节能等方面的要求,编制设备新增和改造中、长期规划。编制规划要在调查研究的基础上提出方案,经可行性分析和技术、经济论证作出决策。根据中长期规划制定年度实施计划,确定购置、租赁或自制,计划和财务部门负责资金平衡和筹集工作。

设备选型购置(设计、制造) 选择设备时应从设备的适用性、可靠性、维修性、先进性、经济性和安全、环保等方面进行综合考虑。①适用性。根据企业实际需要,选择设备的规格型号。主要考虑生产工艺需求和与生产系统能力相配套。煤矿井下使用的设备,还要考虑适合井下运输、作业环境和防爆的特殊要求。②可靠性。指设备在规定条件和规定时间内,无故障完成规定功能的能力。故障少或故障平均间隔时间长,则其可靠性好。可以通过对同类型设备的故障率进行调查确定。③维修性。指设备修理时的难易程度。结构简单、容易拆卸、零部件互换性好,发生故障时容易修理的其维修性好。④先进性。指设备技术性能和应用现代技术的程度。选型要从企业实际情况出发,以生产适用为前提,不能单纯追求先进。⑤经济性。以设备寿命周期费用高低表示,但在设备选型时很难估算,一般以初期投资和可靠性、维修性如何来选择,能满足同样工艺要求的设备,若投资较少,而可靠性和维修性也都较好,其经济性就好。企业购置设备要根据年度计划和选型明细进行市场调查,根据设备质量、价格择优选购。

企业自行研制设备时,应组织设备管理部门,使用、维修单位的人员参加设计方案的研究和图纸的审查工作,在可靠性、维修性等方面提出意见。设计方案经批准后,制造单位应严格按照图纸,工艺进行制造,确保产品质量。设备制成后要经技术鉴定和验收后方可投入使用。技术资料(使用说明书等)应移交使用单位。对外购的设备,使用和维修单位应认真记录设备在设计、制造方面存在的问题,及时反馈给制造厂,供厂家改进和下次选型时参考。

设备的安装调试 设备安装由企业或委托安装公司进行。大型设备安装一般按以下步骤进行:①到货验



收。设备到货后,由安装和使用单位共同开箱验收,检查设备或部件在运输过程中有无损坏,随机附件、备件、工具、技术文件等是否与装箱单相符。②编制安装计划。安装大型设备应提前向制造厂家索要安装方面的技术资料,做好准备工作。安装单位应编制施工组织设计,制定安装程序、工艺要求、质量标准与施工进度等。③安装计划实施。使用单位派技术人员负责联络,监督质量和掌握施工进度;安装单位应按计划、设计和标准施工,并对隐蔽工程做好记录和绘制必要的图纸。④调试与试运转。调试是使设备或系统获得最佳运行状态,按调试大纲进行,调试结果须写在调试报告内。为检查安装质量和设备性能,调试后还要进行试运转。有空运转试验、轻负荷试验和重负荷试验。试运转后要作出评价。⑤安装工程竣工验收。设备调试、试运转合格后,组织有关部门和单位共同进行验收,办理工程验收移交手续。⑥安装工程费用管理。设备安装费是设备寿命周期费用的组成部分。作好费用支付项目、金额记录,最后汇总出安装总费用。

(严万生 顾为民)

shebei richang guanli

设备日常管理 (daily management of equipment)

指日常对设备数量,状态和价值变化,从技术、经济方面进行的管理工作。包括:设备的分类与编号;建立帐、卡和档案;设备图、牌板(或计算机)动态管理;设备的保管、闲置、封存、调拨、租赁、报废等资产管理。

分类与编号 是设备移交使用单位后纳入资产管理的首要环节,是资产建帐和统计的依据,也是设备管理进行检索的工具。按设备在生产中的用途,一般分为生产设备和非生产设备两大类,生产设备指直接用于生产过程中的设备,非生产设备指基建、科研、试验、管理、生活等方面使用的设备。生产设备又分机械设备和动力设备等,煤矿生产设备分为矿井(露天)设备、洗选设备、机械制造设备等,以后再按设备用途详细分类。在设备分类基础上进行编号,一般按设备类别、名称、规格型号和序号编号,不同行业的设备编号方法不同,可按行业主管部门规定的标准编号。编号不得重复,并应简短易记,便于计算机检索。

台帐与卡片 设备台帐是掌握企业设备资产情况,反映企业各类设备拥有量、设备分布及变动情况的主要依据,一般以矿(厂)为单位建立设备分类台帐,多以分类编号为依据,按资产顺序号排列,由使用单位(区、车间)建立设备保管手册,设备管理部门和使用

单位各执一份。资产卡片是设备资产的凭证,在设备移交生产时,设备管理和财务部门建立单台设备资产卡片,登记设备的资产编号、固有数据及变动记录,并按使用保管单位的顺序建立卡片册,随着设备的调动、新增和报废,卡片位置在卡片册内调整、补充和抽出注销。企业每年末由设备主管单位、财务部门及使用单位对设备资产进行现场清点,要做到帐、卡、物相符。

图、牌板管理 针对煤矿设备品种多、使用地点分散、移动频繁,为掌握设备动态而采取的管理方法。煤矿常用的图、牌板有:①矿井生产设备使用率、完好率、事故率统计牌板;②井下移动设备牌板;③采、掘、运区(队)设备图牌板;④设备库存、修理牌板;⑤小型电器管理图牌板;⑥电缆管理图牌板;⑦供电系统图;⑧排水系统图;⑨提升系统图等。加强设备动态管理,要实行专业管理与群众管理相结合的原则,使用设备的基层单位要设设备管理网员,设备主管部门与使用单位要定期核对,使设备帐、卡、物、牌板相符,达到数量清、状态明、属性准。随着现代化办公手段的广泛应用,逐步实现设备帐、卡、图牌板计算机管理,以提高工作效率。

档案管理 记录和积累设备从购入到报废全过程各环节有保存价值的技术文件和材料。设备档案是设备综合管理工作的基础材料,具有原始性、真实性、完整性,是有实用价值的材料,对管好、用好、修好设备,提高设备管理水平及对新产品的研制、开发都有十分重要作用。设备档案分原始档案和服役档案两部分。原始档案指设备前半生,即研究、设计、制造、安装、调试等方面有关的文件资料;服役档案指设备的后半生,即使用、维修、改造、报废等环节中形成的有关文件材料。企业可以根据需要选择对生产、安全影响较大和关键性设备有重点地建立档案,将设备选型、安装、使用直至报废形成的文件资料汇集在一起。设备档案应伴随设备而存在,随设备调拨而转移直至设备报废,转为技术资料或鉴定销毁。

设备保管 良好的保管对防止或减少设备自然损耗,减少企业支出有重要意义。设备保管要在组织、制度、技术措施上予以保证,做到设备及部件无损坏、无腐蚀、变形、老化。保管设备的库房要保持不漏雨、整洁,对设备要定期维修保养,保持设备的完好状态。

封存与闲置 除因修理或季节性使用外,暂不需连续停用6个月以上的设备应进行封存,经企业设备管理部门核准,可以不提折旧。封存的设备必须检修完好,定期保养、防止损坏;除备用、维修、改装、特种储备、抢险救灾的设备以外,连续停用1年以上或购入2年以上未能投入使用的设备称闲置设备。作好



设备封存和闲置设备管理工作,既能满足生产需要,又能充分发挥设备潜力,减少设备占用量,提高设备使用率。设备封存、闲置都要按规定办理手续,对闲置设备应积极进行处理,同时报上级协助处理。企业管理范围内的闲置设备,可以向外出租或转让,转让设备根据设备情况双方协商,合理作价。中国规定已被淘汰的设备不允许转让,待报废的设备也不能作为闲置设备转让或出租。转让设备应办理固定资产调拨手续,附属设备,专用备件及技术档案应一并交给接受单位。

租赁与报废 中国煤炭工业企业设备已部分实行内部租赁制,并逐步向外部单位开展租赁工作(见设备租赁管理)。设备报废应按国家或行业主管部门有关规定执行(见设备报废管理)。

(郑雅棠 李伟民)

shebei yunxing guanli

设备运行管理 (operating management of equipment) 设备从投入生产运行直至报废的组织和管理的工作。主要任务是使设备经常处于良好的工作状态,充分发挥设备效能,实现安全、经济运行。

主要内容 包括设备运行初期管理、使用、操作、维护、检测及生产人员组织等。

设备运行初期管理 设备安装移交生产后,在投入运行初期,对设备进行的观察与考核,一般为3~6个月。其主要内容是:①观察和发现设备性能和参数变化;②设备的结构、传动、操作、安全的可靠性;③设备的适用性和生产能力验证;④设备加工性能和精度的稳定性;⑤发生故障的部位、次数、原因等。通过观察,将初期管理中得到的原始记录、资料加以整理,并将有关信息反馈给设计、制造和安装部门,以利进一步改进,也为以后设备选型提供依据和总结经验教训。

设备的合理使用 为保持设备良好的技术性能,延长设备使用寿命。①创造适合设备工作的环境与条件。煤矿井下工作条件较差,应根据设备使用、维护、检修需要,使设备安装地点有合理的空间,创造良好的工作条件。②操作者正确合理地使用。设备在使用前应制订设备使用规程,内容包括:设备使用的工作范围和工艺要求,对操作者的岗位责任、基本素质和技能以及必须遵守的制度等做出明确的规定。

正确操作 ①培训人员,持证上岗。设备操作者应有一定的文化水平和熟练技能,通过严格培训使操作者做到会操作、会维护、会检查、会排除故障以及管好、用好、保养好的规范化要求,经考试合格后持证上岗。②建立制度。包括岗位责任制、交接班制、巡回检查制,实行定机、定人、定职责。③制定技术操作规程。内容

包括:设备的技术指标,设备开动前的准备工作,开停车操作顺序,安全注意事项,常见故障处理,紧急情况处理办法等。④配齐必要的仪器、工具、包括一些在线监测仪表、通用和专用工具、安全用具等。

精心维护 可减缓零件磨损,防止设备劣化。煤矿设备的维护指日常维护保养,简称日保,包括巡回检查和维修。通常由操作人员负责。主要内容是:清扫环境、擦拭设备、注油、紧固松动的机件、检查泄漏等情况。发现小故障及时排除,保持设备正常运转。维护保养一般每班进行1次,对复杂设备和工作条件不好的设备每班要进行2~3次,对系统复杂的设备要编制巡回检查路线图,对技术性较强或需专用工具、仪器的设备由专职维护人员实行分片、分区域负责制,对管辖范围内设备作好巡回检查和维修工作;对重点设备关键部位进行日常点检和定期点检并作好记录。对需要停机检查、维护的项目应给予充分的时间。中国煤炭行业规定:采掘、运输设备每天维修时间不应少于4~6h;矿井主要提升、运输系统,每天停机检查,维护时间不少于2~4h。

科学检测 对设备运行状况和性能进行检测、试验,及时发现和判断设备异常,避免突发事件。检测内容:①安全保护装置的定期调试、整定。当运行条件和参数改变时,随时重新整定和调试。②性能测定,包括为安全运行和经济运行服务的测定。为安全服务的有提升机钢丝绳、防坠器等的定期试验;为经济运行服务的有通风、排水设备的技术测定等。③利用设备状态监测和故障诊断技术检测设备运行工况或性能参数,分析设备异常情况和产生的原因,预报故障等。

建立“包机组”,实行包机制 “包机组”是煤炭企业按照专业管理和群众管理相结合的原则,把设备使用、维修、管理联成一体的管理形式。按照单台设备、系统、机组、区段为单位,由三班操作和维修人员组成。主要内容是包运转、包维护、包检修。包机组内部又把每台设备、每条电缆、每段管线、每段环境等分解到责任人,使其明确自己应作什么,做到什么程度,以减少互相推委或无人负责的现象。这是群众参加管理的好形式。

设备运行管理的考核指标 分安全和经济两个方面。

安全运行考核指标

$$\text{机电事故率} = \frac{\text{机电事故影响当期产量}}{\text{当期原煤产量}} \times 100\%$$

$$\text{机电事故频率} = \frac{\text{某期间总故障次数(次)}}{\text{某期间总运行时间(h)}}$$

$$\text{设备故障停机率} = \frac{\text{设备故障停机时间(h)}}{\text{设备生产运行时间(h)} + \text{设备故障停机时间(h)}} \times 100\%$$



$$\text{设备故障强度率} = \frac{\text{设备故障修复时间 (h)}}{\text{设备生产运行时间 (h)} + \text{设备故障停机时间 (h)}} \times 100\%$$

$$\text{设备完好率} = \frac{\text{完好设备台数}}{\text{在籍台数} + \text{租(借)入台数} - \text{租(借)出台数}} \times 100\%$$

经济运行考核指标

$$\text{运行费用效率} = \frac{\text{产品产量 (t)}}{\text{总运行费用 (元)}}$$

$$\text{单位运行费用效率} = \frac{\text{总运行费用 (元)}}{\text{产品产量 (t)}}$$

$$\text{设备台数使用率} = \frac{\text{设备月(年)总计使用台日}}{\text{设备月(年)在籍台日}} \times 100\%$$

$$\text{设备时间运用率} = \frac{\text{使用设备月(年)总计运行台时}}{\text{设备月(年)在籍台日} \times 24} \times 100\%$$

$$\text{设备负荷率} = \frac{\text{设备实际工作出力}}{\text{设备铭牌额定出力}} \times 100\%$$

$$\text{设备能力运用率} = \text{设备负荷率} \times \text{设备时间运用率}$$

$$\text{设备效率} = \frac{\text{有效输出功率}}{\text{输入功率}} \times 100\%$$

上述运行费用,除煤矿管理因素外,还受地质条件等影响。

参考书目

李纪等编著,《矿山机电管理工程》,煤炭出版社,1987年。
(尤家斌 尹志胜)

shebei zhejiu guanli

设备折旧管理 (depreciation management of equipment) 指设备折旧范围、折旧分类、折旧年限和折旧计算方法的制定与管理。为补偿设备的各种损耗,以“折旧”形式把转移的价值计入产品成本或经营费用,并在产品销后转化为货币资金,同流动资金统筹使用,可使企业在最大范围内调度和使用资金,持久地进行再生产。

折旧范围 计提折旧的设备包括:在用机电设备、仪器仪表、运输工具;季节性停用、大修停用的设备;融资租入和经营租赁方式租出的设备。不计提折旧的设备包括:未使用、不需用的机电设备;以经营租赁方式租入的设备;在建工程项目交付使用前的设备;已提足折旧继续使用的设备;未提足折旧提前报废的设备。月份内开始使用的设备,当月不计提折旧,从下月起计提折旧;月份内减少或停用的设备,当月仍提折旧,从下月起停止计提折旧。

折旧分类 根据国家规定的设备折旧分类原则,主管部门结合行业设备的用途和特征,制定具体折旧分类办法,作为企业设备折旧进行分类计算和分类提取的依据。

折旧年限 根据各类设备使用中的不同损耗,确定各类设备的使用年限。折旧年限长短,直接影响各期应提折旧额。科学、正确地确定折旧年限,对适时更新设备,促进企业技术进步,以及正确反映成本、利润都有重要意义。在确定设备折旧年限时,既要考虑设备有形磨损,又要考虑设备无形磨损,要按照国家财务制度规定的限额,结合行业具体情况,合理确定折旧年限。中国煤炭行业设备折旧年限,能源部1989年颁发的《煤炭工业企业设备管理规程》已作出规定,是中国煤炭工业企业计提折旧的依据。

折旧计算方法 有比例法、递减法和复利法3类。比例法又分平均年限法和工作量法;递减法又分双倍余额递减法、年数总和法和定率递减余额法;复利法有资金回收法等。

当前中国计算设备折旧主要采用平均年限法或工作量法。为鼓励企业采用新技术、新装备、加快科技成果向生产力转化和推进技术进步,增强企业后劲,经批准可按规规定采用加速折旧的方法。工业发达国家计算折旧有的采用双倍法与平均年限法联用,即前半期用双倍法,后半期用平均年限法,还有的采用定率递减余额法和资金回收法等。

折旧计算基数一般为设备的原始成本,即设备帐面原值和设备的预计净残值,后者为原值的3%~5%。

平均年限法 又称直线法。将设备原值扣除预计净残值后,平均分摊到各期,算出的每期折旧额均相等。其计算式为:

$$R_n = \frac{1-L}{n} \times 100\%$$

$$R = \frac{R_n}{12}$$

$$D = P \cdot R$$

式中 R_n 为年折旧率,%; L 为预计净残值率,%(3%~5%); n 为规定的折旧年限,年; R 为月折旧率,%; D 为月折旧额,元; P 为固定资产原值,元。

工作量法 根据设备实际工作量计提折旧额,适用于专业交通运输车辆及大型工程设备等,其计算式为:

$$D_z = \frac{P(1-L)}{Z}$$

$$D_m = Z_m \cdot D_z$$

式中 D_z 为单位工作量折旧额,元; Z 为设备规定的总工作量,kM或h等; D_m 为月折旧额,元; Z_m 为设备当月工作量,kM或h等。

双倍余额递减法 简称双倍法,在不考虑设备残值情况下,根据每期期初帐面余值和双倍份直线法折

旧率计算折旧。其计算式为:

$$R_s = \frac{2}{n} \times 100\%, R_{ms} = \frac{R_s}{12}, D_s = P_y \cdot R_{ms}$$

式中 R_s 为年折旧率, %; R_{ms} 为月折旧率, %; D_s 为月折旧额, 元; P_y 为期初帐面余值, 元。在设备折旧年限到达前两年, 将余值平均摊销。

年数总和法 又称合计年限法, 将设备原值减去残值后的余额乘以一个逐年减少的分数来计算折旧额, 这个分数的分子是尚可使用的年数, 分母是使用年数逐年数字之和, 其计算式为:

$$R_n = \frac{n - n_y}{n + (n - 1) + \dots + 1} \times 100\% \\ = \frac{n - n_y}{n \times (n + 1) / 2} \times 100\% \\ R_{mn} = \frac{R_n}{12}, D_n = (P - C) R_{mn}$$

式中 R_n 为年折旧率, %; n_y 为已使用年限, 年; R_{mn} 为月折旧率, %; D_n 为月折旧额, 元; C 为预计净残值, 元; P 为设备原值, 元。

定率递减余额法 根据每期初设备帐面余值乘以固定的折旧率计算折旧, 固定折旧率计算公式为:

$$R_d = 1 - \sqrt[n]{\frac{C}{P}}, R_{md} = \frac{R_d}{12}, D_d = P_y \cdot R_{md}$$

式中 R_d 为年固定折旧率, %; R_{md} 为月折旧率, %; D_d 为月折旧额, 元; P_y 为期初帐面余值, 元; P 为设备原值, 元; C 为预计净残值, 元。

资金回收法 将设备原值减去预计净残值后乘以资金回收系数计算折旧额, 计算公式为:

$$F = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}, D_F = (P - C) \cdot F$$

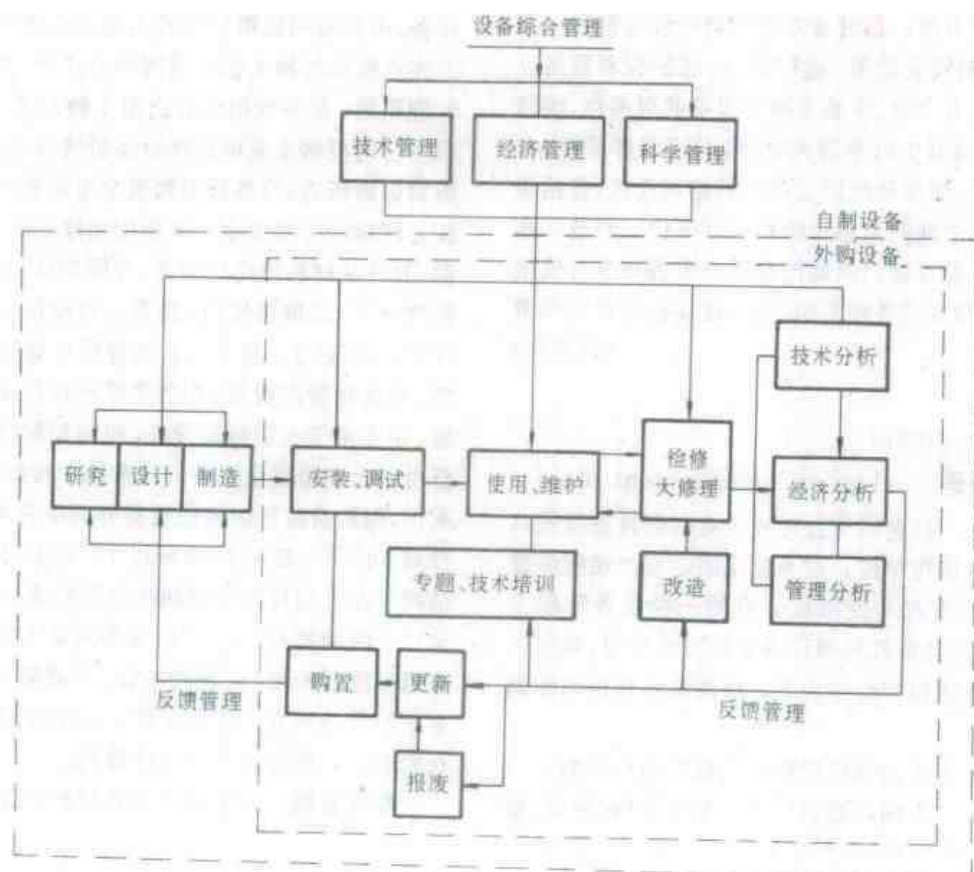
式中 F 为资金回收系数; i 为年利率, %; D_F 为年折旧额, 元; P 为设备原值, 元; C 为设备预计净残值, 元。

(郑雅棠 李伟民)

shebei zonghe gongchengxue

设备综合工程学 (terotechnology) 为了求得设备最经济的寿命周期费用, 把适用于设备管理的有关工程技术、管理理论与方法、财务分析、系统论等加以综合而形成的一门新学科。它综合研究设备的设计、制造、安装、使用、维修、改造与更新全过程, 力求以最低的设备寿命周期费用, 获得最高的设备综合效益, 并且保证生产产品质量, 减少设备事故和公害。

简史 设备综合工程学 20 世纪 60 年代末起源于英国, 1971 年英国丹尼斯·派克斯 (Dennis Parkes) 在



设备综合管理环节关系



国际设备工程年会上发表了题为《设备综合工程学——设备工程的改革》的论文,阐述了工业化带来的一系列问题和设备综合工程学的任务,并倡导成立“欧洲维修保养团体联盟”,促进了设备工程学理论的研究和传播。1975年日本中岛清一所著《设备综合工程学》一书,介绍了设备综合工程学的基本理论和在日本推广应用情况。1979年起,中国在机械工业企业中首先将这一现代管理科学应用于设备管理中。

主要特点 ①将设备整个寿命周期作为研究对象,根据系统论的观点和方法对设备从设计、制造、安装、使用、维修、改造直至更新全过程进行分析和综合管理。综合管理环节关系见上页方框图。②把设备寿命周期费用和设备综合效益作为评价设备管理的重要经济指标。追求设备寿命周期费用最经济,不只是研究设备的某一阶段费用的经济性,而是研究设备一生的总费用,包括设备购置费、安装费、运行费、维修费直至报废处理残值费用。设备综合效益指设备投入与产出的比值。在规划设计或选购设备时,就要对设备寿命周期费用和设备综合效益进行全而评价。③保证设备具有良好的技术性能和经济效益。在工程技术上不仅要进行各种专门技术研究,还要进行各种技术的综合研究;在组织管理上要研究适合设备运行与管理的组织机构和管理方法;在财务方面要研究设备购置(制造)费用、运输安装费用、运行费用、维护保养费用以及折旧和经济寿命等。④重点研究设备的可靠性、维修性设计,使设备减少以至消灭故障,易于维修保养。⑤强调设备设计、使用和维修过程中的信息反馈,包括使用与维修单位之间的信息反馈和设计单位、制造厂和用户之间的信息反馈,以此把设备一生各环节有机地联系起来,不断改进各环节的不足,使设备寿命周期费用最经济。

(顾为民)

shebei zulin guanli

设备租赁管理 (leasing management of equipment) 社会租赁公司或企业内部设备租赁站将设备出租给使用单位,在不改变固定资产性质前提下实行设备所有权与使用权分离的一种设备管理方式。目的是利用经济杠杆对设备实行有偿使用,促使企业更重视设备使用和维修状况,提高设备利用率和周转率。

类型 分企业内部租赁和社会租赁两种类型。

内部租赁 中国在煤炭行业大型企业(矿务局、建设公司等)内部设立设备租赁站,它是企业内部实行所有权与使用权相分离的管理方式。设备产权属矿务局,下属使用单位需用设备向租赁站申请租用,交纳租赁

费。按其业务内容不同又可分为维修租赁和承包租赁。

①**维修租赁**:使用单位按年度生产计划需要,提前提出设备租赁申请,签订租赁合同,租赁站负责安排落实。设备在租赁期内,租入单位负责设备的运转、检修(包括中、小修)和维护保养。设备租赁费从设备运到矿,经使用单位验收合格后开始计算,使用合同期满将设备交还租赁站,如需继续使用,则应续签租赁合同。交还设备时由租赁站验收,确认无非正常损坏和丢失零部件后,停收租赁费。如有非正常损坏或丢失零部件,租用单位需在租金外另行赔偿。租赁站根据设备情况入库保管或送检修中心检修,保持设备完好状态。②**承包租赁**:适用于工程、起重、运输等设备。委托单位可以将任务承包给租赁站,在承包期内,租赁站出动设备、人员、负责设备的操作和日常维护工作。承包租赁的收费办法分项目承包和台班收费。项目承包收费标准除按预算定额执行外,还根据设备性能、现场交通条件进行调整,由双方在承包合同中规定。台班收费适用于零星任务、租赁费由设备折旧费、检修费、材料费、动力燃料费、工资、税金、管理费等组成。汽车运输等可按当地统一标准收费。

社会租赁 国家对企业设备固定资产不再专项投资,由租赁公司筹款或通过银行贷款为租赁公司购置设备,租赁公司以租赁方式供给企业使用。社会租赁除上述维修租赁和承包租赁两种方式外,还有金融租赁、管理租赁、服务性租赁和出租4种方式。①**金融租赁**:租赁公司根据企业申请将设备租赁给企业,产权仍归租赁公司所有,设备折旧和税金由租赁公司承担,企业按合同规定交纳租金,承担使用期间的设备维修、能源、配件及材料消耗等费用。合同期满后将设备归还给租赁公司,如继续使用,则需办理续租合同,时间一般在2~3年以上。租金包括购置设备贷款的利息,折旧费、税金和管理费等,租赁费按年或月支付。②**管理租赁**:主要用于大型移动设备,租用期间的设备管理、维修由租出单位提供服务,日常维护和操作由租入企业承担,租赁费除按金融租赁费外另加各种服务费,租金较高、时间一般在2~3年以上。③**服务性租赁**:一般适用于办公用设备等短期性使用的设备,因时间短,租金比上两种都高。④**出租**:服务对象不限于企业,个人也可以随时租用,时间按小时、日或周计算,这种租赁要求租赁公司有一定的库存,在库时间的费用也要加在租金内,租金比上述几种都高。

租赁管理 有租赁设备管理和资金管理两部分内容。

租赁设备管理 对设备选型购置、储备、租出、回收、检修、改造、更新、报废等各环节进行的管理。租



赁设备租出后,设备的安装、使用、维修一般由租入单位负责,租出单位只能对不合理使用提出意见,因此,要搞好租赁设备管理,需要租出和租入单位互相配合,严格执行租赁合同的规定。租赁设备管理内容:①选型购置。应考虑设备的可靠性和维修性,但主要应考虑其生产适用性。为此要对用户中、长期和近期需要设备情况进行细致的调查,根据用户需要时间和设备型号,做出选型购置决定。②储备。租赁设备变动频繁,要根据各用户使用时间安排和进厂大修时间安排编制衔接表,并保持一定的合理储备,既要防止短缺,也要防止积压。③检修与改造。设备使用到一定时间或采煤量、过煤量达到一定数量或设备局部需要改进时,送检修中心进行大修或改造,租赁站与检修中心签订合同并派技术人员掌握检修进度和检修质量。④验收。设备租出,回收、大修或改造都需组织验收。严格按质量标准验收,是保证设备处于良好状态的重要环节。⑤做好日常管理工作。租赁设备需编号,建帐、建卡、定期核对,掌握变动情况,做到帐、卡、物相符。

租赁资金管理 租赁公司或设备租赁站都应设立专职机构或人员负责计提设备折旧、计算租金等资产管理工作。社会租赁公司资金来源通过集资或银行贷款解决,与租用企业的经济往来一般通过专业银行结算;企业内部的设备租赁站筹建资金通常来自企业基本折旧基金,开展租赁业务后,资金来源于租用单位缴纳的租赁费。租赁费由设备折旧费,大修费和管理费组成。租用单位缴纳的租赁费直接进入成本,租赁站通过企业内部银行收缴租赁费。其中折旧费、大修费用于设备更新、改造和大修理。管理费用于租赁站日常开支,企业内部设备租赁站是管理、服务部门,不盈利。

设备租赁的优点 ①实行设备租赁后,企业对设备由无偿占用变为有偿使用,租赁费直接进入企业的成本、设备使用、维护的好坏,设备效能发挥的好坏,事故停机时间的长短等都直接关系到企业的经济效益,促使企业对设备管理的重视。②实行设备租赁有利于实现设备综合管理。能做到统一规划、购置、储备、调配等工作,从而使设备做到了及时检修、合理储备、加快周转,减少了分散储备的积压和浪费,减少设备管理人员与机构。③实行租赁可减少国家投资,租赁公司(站)自行筹集或通过银行贷款购置设备,用租赁费逐步偿还,减少了国家对企业一次性投资和企业筹购设备的一切事务性工作;减少了检修设施的投资,提高了资金的运行效益。④实行租赁有利于设备更新改造,提高装备水平,企业可借助租赁引进先进的技术装备,改善生产条件。⑤实行租赁有利于企业间相互协作和技术交流,充分利用经济手段搞好设备管理。⑥实行租赁

有利于提高设备利用率,充分发挥设备效能。

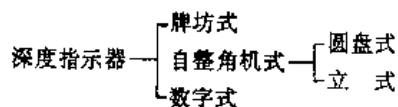
简史与发展趋势 70年代末,英国在煤炭行业已组建了26个设备租赁站和检修中心。美国、德国、日本、俄罗斯、澳大利亚等工业发达国家,煤矿使用的设备大多数都实行了租赁。中国煤炭行业在50年代末成立了“抢险排水站”,向发生水灾的煤矿出租排水设备,开展了租赁业务。中国煤炭基建企业于70年代建立了设备租赁站,煤炭工业部于80年代建立了为全国服务的综采设备租赁站,相继有50多个矿务局在企业内部建立起综采设备租赁站或采掘移动设备租赁站。

70年代以来,设备租赁在国外已相当普遍,组建了很多专营设备租赁公司并向国际化发展。中国于80年代也组建了一些社会租赁公司,向企业出租设备,减少了国家投资。煤炭行业组建的设备租赁站,已充分显示出其优越性随着设备管理体制的改革,设备租赁必将得到进一步完善和发展。

(王守义)

shendu zhishiqi

深度指示器 (depth indicator) 显示提升容器在井筒内的位置和运行方向,发送行程位置、监控指令和安全信号的装置。是司机操纵提升机的主要监视装置。深度指示器可分为:



牌坊式深度指示器 由传动装置将提升机主轴的转动传输给模拟指示器的行程指针,使指针在立式牌面上移动,从而显示提升容器位置等状态的装置。全部元件集中为一体,装在提升机司机前方,其功能有:指示提升容器位置和运行方向、限速系统速度给定、发送各种行程控制信号及传动失效保护等。装置由深度显示牌、限速给定装置和信号发送装置以及传动失效装置组成。用于摩擦式提升机时还设有调零装置。

牌坊式深度指示器直观性好、可靠性高、简单、易维修,且电气元件少,在有防爆要求的提升机上应用较广。但指示器与司机操纵台分离,司机必须同时监视上述两部分,使操纵视区不集中,其次是行程指示精度不高。

深度指示器显示牌 模拟显示提升容器行程的显示装置。利用指针在牌面上移动,模拟指示容器在井筒内的位置和运行方向。

限速给定装置 在限速系统中,按行程模拟给定设计速度的装置。由凸轮板和自整角机或凸轮板、变阻器构成。

信号发送装置 发送提升容器行程位置信号的机构。采用碰撞杆与电接点开关发送减速、停车和过卷等信号。

传动失效保护装置 深度指示器传动环节失效时能及时发出安全制动指令信号的装置。有多种结构形式，中国常采用磁性开关。

调零装置 校正指示行程和提升容器实际位置误差的装置。由差动减速器和带制动的电动机等组成，仅在摩擦式提升机上采用。

自整角机式深度指示器 利用两(发送和接收)自整角机同步原理传输提升容器行程位置。由深度显示牌和传动装置组成，前者分圆盘式和立式两种，后者有圆盘式深度指示器传动装置和行程监控器两种。

圆盘式深度指示盘 模拟显示提升容器的行程指针在圆盘面上转动。指示盘装在提升机操纵台面上，由接收自整角机、减速齿轮组、粗、精指示针和盘面等组成。粗指示针在一个提升行程中约转 $3/4$ 圈，它紧凑但不直观，一般多用于单水平提升。

立式深度指示牌 模拟显示提升容器行程的两指针在牌面上、下移动。由接收自整角机、齿轮、螺杆、指针及牌面组成。它直观但不如圆盘紧凑，要求操纵台面较大。适合单、多水平提升。

圆盘式深度指示器传动装置 与提升机主轴连接，将主轴转动传给发送自整角机，发送行程信号。限速给定是利用按行程模拟设计速度的凸轮圆盘带动限速给定自整角机转动发出给定电压来实现。它结构简单、紧凑，但装发信号的数量受结构所限，容量较少，适于单水平提升。

行程监控器 又称水平选择器。能发送多种信号，适合多水平提升及自动化、半自动化矿井提升机。其功能是：模拟指示提升容器运行位置和方向；减速阶段限制速度，不超过允差范围；减速、爬行时发出声光信号；停车和过卷时发出制动和安全指令；具有中途停车再次启动错向保护及传动环节失效保护等功能。用于摩擦提升还有调零装置。

行程监控器的深度指示发送装置、限速给定装置与圆盘式深度指示器传动装置相同，调零装置与牌坊式深度指示器相同。

(1) **信号发送装置** 发送行程信号的装置。由齿数差很少(如一个 31 齿，另一个 32 齿)的齿轮副、顶杆·控制杆副、开关、齿轮轴组成(见图)。信号发送是籍顶杆·控制杆副在转动时相顶撞并推动开关动作。

模拟提升容器行程是利用两内轮轴转动量不同有相对差动，同时各组顶杆—控制杆副在齿轮轴上安装角度不同，得到各组顶杆—控制杆副不同转数相顶撞



的原理,不同转数即模拟提升容器不同行程位置。由于模拟行程的转数较多,行程信号发送精度也较高,另外,在两齿轮轴上还可以安装较多顶杆—控制杆副,以适应多水平提升。

(2) 错向和传动失效保护 在提升过程中停车再次启动发生错向或提升机行程监控器传动环节失效时能及时发出安全制动指令的保护装置。采用速度继电器结构。

行程监控器的使用在国际上已有几十年历史,中国自70年代因多水平提升矿井增多也开始采用。行程监控器具有可靠性高,维护简单等优点,目前被广泛应用。

数字式深度指示器 利用记数轴编码器发出的脉冲数,用数字显示提升行程的电气深度指示器。其特点是用数字传递和显示提升容器位置,也有用发光二极管组成串柱,用管的亮灭来指示行程位置,或用显示屏显示各种参数和图形。一般功能有:提升容器行程位置和方向显示记忆,发送行程控制指令,超速及其它保护等显示、记忆、报警等。数字式深度指示器是实现矿井提升机自动化的重要装置。随着电子技术和计算机技术的发展,前景广阔。

牌坊式、圆盘式及数字式深度指示器的行程测量,均采用测量、记数提升机主轴转角的间接测量行程方法。这种方法由于钢丝绳的滑动和伸长,不可避免地与实际行程有一定误差。国内外都在研制直接在钢丝绳上提取行程信号的直接行程测量方法,例如在钢丝绳上充磁的磁标记法等。

(王有益 孙玉蓉)

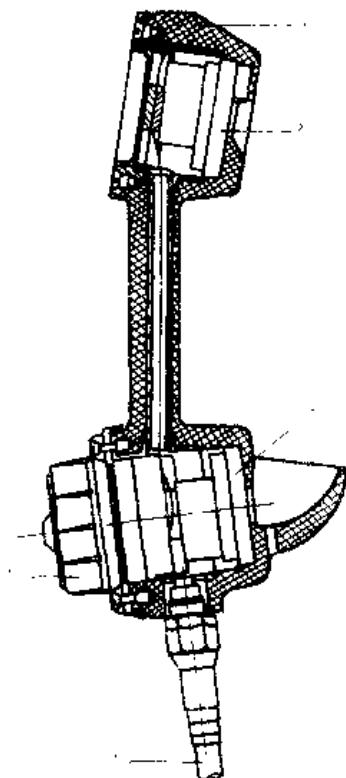
shengli dianhua ji

声力电话机 (sound powered telephone set)

不需通话电源,直接以声—电能转换能进行通话的电话机。

组成 声力电话机由呼叫发生器和送、受话器组成,声力电话机剖面如上图所示。

工作原理 利用讲话声音的能量使送话器振膜振动,引起磁路的磁通发生变化,从而在送话器的线圈中产生感应电流,这个感应电流传输到收话方面的受话器线圈中,同样引起磁通的变化,而使受话器振膜振动,发出声音。这种电话机结构简单、使用方便,不用外加电源,容易达到本质安全防爆性能,既可以用于调度通信系统,又可单独使用。如果用于调度通信,则要专设一台人工交换机,通过人工转接来实现通话。单独通信是二台或二台以上的声力话机并接到一对导线上进行双向通信,并接台数愈多,通信距离愈短,一般情



声力电话机结构图

1—话机外壳; 2—受话转换器;

3—送话器转换器; 4—呼叫发生器; 5—电缆

况最多并接10台,使用时可按预先约定的呼叫码来区分呼叫分机。由于此种话机不带直流电源,而利用通话声音作能源,感应出来的电流较弱,只适宜于数公里范围的通信。

(付 毅)

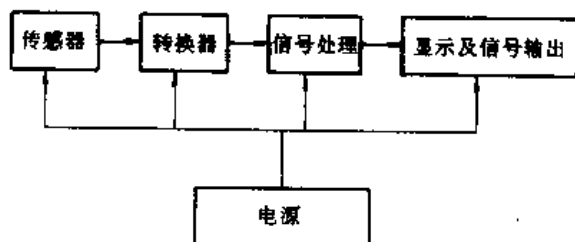
shengchan gongkuang jiance zhuangzhi

生产工况检测装置 (operation status monitor)

检测煤矿各生产环节,包括通风、压风、排水、提升、运输、采煤、掘进、供电等工作状况的传感器或仪器、仪表的总称。主要用于煤矿监控系统中,也可以单独使用。

在煤矿监控系统中应用的检测装置有:机电设备开停检测装置、采煤机组速度及位置检测装置、胶带秤、料位计、电压、电流、功率变送器等。变送器指输出为标准信号的传感器。

检测装置基本组成如下页左上图所示。其中传感器用来感生被测量的变化,并将其变化通过转换器(有的传感器与转换器合二而一为变换器)转换成对应的电信号,再经信号处理后,实时显示并可用标准制式信号远传给监测系统。



生产工况检测装置组成框图

随着新材料、新机理的开发,检测装置也在不断开发新品,并逐步实现集成化和多功能化。同时在引入微机或微处理器技术后,检测装置正朝着智能化方向发展,使之成为对外界信息具有检测、逻辑判断、数据处理、自行诊断和自适应能力的集成一体化多功能检测装置。

(王道孔)

shire shiyan

湿热试验 (damp and heat test) 在专用试验箱(室)中,根据规定的温度、湿度变化规律对电气产品试件所进行的试验,考核或确定电气产品在湿热环境下使用与贮存的适应能力。

分类 湿热试验分恒定湿热试验、交变湿热试验和组合温湿度循环试验3种。

恒定湿热试验 温湿度条件在整个试验期间恒定不变,试件的受潮主要由于吸附、吸收和扩散作用。适合于考核电介质材料在潮湿大气中是否能保持所需的电气性能。塑料囊封件中的缝隙或多孔性的材料,也采用恒定湿热试验来检查。

交变湿热试验 温湿度在一个周期中交替地作高温高湿和低温高湿条件的变化,它除了具有吸附、吸收和扩散作用外,还有呼吸作用和升温阶段的凝露。适用于考核以凝露为主要受潮机理或呼吸作用能加速水汽进入的试验样品进行试验。煤矿用的防爆电气产品与矿用一般型电气产品都要求用交变湿热试验来考核。

组合温湿度循环试验 由温度试验(高温或低温各种组合)及恒定或交变湿热试验组合起来的各种温湿度循环试验,它用于考核在温湿度变化较大的环境中工作的电气产品。

使用设备 装有温、湿度传感器的试验箱(室),箱内的温度能在规定的低温、高温范围内调节。工作空间内的湿度能保持在规定范围内;工作空间内各处温湿度均匀,箱内空气可以不断流动或搅动以保持规定的温湿度条件;直接用来产生湿度的水其电阻率不得低

于规定值,温湿度的控制可由人工控制、自动控制或由计算机控制。

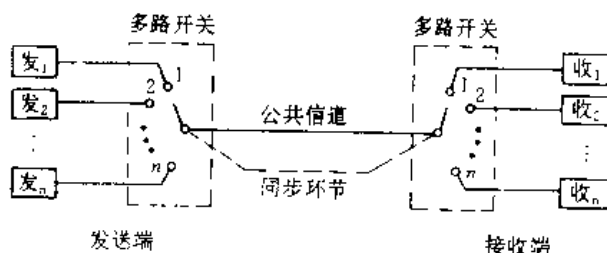
试验方法 试验前应对严酷等级、初始测试、试件在箱内放置状态、中间测试、恢复条件,除去表面潮气措施、最后检测等作出具体规定。严酷等级是由高温值和周期数组合确定的。恒定湿热试验,温度为 $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$,相对湿度为 $93 \pm 2\%$,持续时间优先选用2、4、10、21、56天。交变湿热试验,温度 40°C ,优先选用2、6、12、21、56天,温度 55°C ,优先选用1、2、6天。最后检测应在试验结束后立即进行。

(王均泰)

shifenzhi chuanshu xitong

时分制传输系统 (time-division transmission system) 按时间划分原理实现多路传输的系统。即由各路信号轮流使用公共信道而形成多个周期性的传输的通信方式所构成的系统。

基本原理 利用发送端的多路电子开关循环地输出每路这一时刻的采样信号,而在接收端则利用与发送端多路开关同步开启的一组选通门电路,使它们的输出总是分别对应发送端相应路的采样信号(见右下图)。虽然通过每路选通门路得到的只是该路发送端的采样离散值,但只要发送端信号的频带有限,而采样的频率又足够高(是发送端信号最高频率的2倍以上),则经过其截止频率为发送端最高频率的低通滤波器后,就可获得发送端原来的连续信号,时分制传输系统要求发送端和接收端必须严格同步。



时分制传输示意图

简史 60年代,随着晶体管技术的发展,在英国时分制传输被应用于煤矿胶带输送机的集中控制。到70年代中期,随着计算机技术的发展,英国MRDE首先推出了全矿并的MINOS监测系统,它的传输方式是采用6芯电缆组成的时分制传输。70年代初,中国也将时分制传输方式应用于胶带输送机的集中控制,到80年代中期,中国煤矿装备的环境安全 and 生产工况



监测监控系统大多也采用时分制传输方式。

随着计算机、大规模集成电路以及通信技术的发展,80年代发展起来的煤矿监控系统的信息传输大都采用微机通信方式,尽管其传输方式仍属于时分制传输的范畴,但其概念较早期的时分制有着较大的变化。

(陈 林)

shouchishi diandonggongju

zonghebaohu zhuangzhi

手持式电动工具综合保护装置 (hand held electric tools comprehensive protection)

煤矿井下使用手持式电动工具时为防止漏电、触电、短路和发热,确保操作者及设备安全而设置的装置。它与煤(岩)电钻等手持式电动工具配套使用,工作电压127V,容量不大于3kW。

工作原理 装置设有先导保护、短路保护、漏电保护和过载保护。

先导保护 保证手持式电动工具不工作时其127V电缆不带电。它由远距离送电继电器控制,该继电器有一个触点串接在交流接触器回路中,开闭此触点可使交流接触器吸合或释放。通过装在手持式电动工具上的开关,即可实现远距离通断。

短路保护 采用载频检测作为短路闭锁,防止产生火花。当电缆不带电发生短路时,它可以闭锁电源;若电缆带电时发生短路,它可迅速切断电源。网路正常时,短路保护继电器因得到高电压而吸合。当相间绝缘下降到额定值时,短路保护继电器会因得不到吸合电压而释放,从而切断电源,达到短路保护的目的。短路保护的距離一般为300m以内,电缆截面 $4\sim 6\text{mm}^2$,动作时间小于0.1s。

漏电保护 漏电电流超过设定值时能自动切断电路。当电源电缆任一相绝缘下降到一定值时,漏电保护机构动作,迅速切断电源。其检测回路以127V电源经二极管变成直流,经漏电保护继电器线圈接地,通过相线漏电电阻构成回路。电缆对地绝缘值正常时,流经漏电继电器的电流很小,继电器不吸合。当相线对地绝缘电阻下降到一定值时,流经漏电继电器的电流增大到吸合值,串接在交流接触器回路中的触点打开,切断电源,同时,另一触点闭合构成回路,使漏电继电器吸合而实现漏电自锁。漏电保护动作时间小于0.25s。

过载保护 防止手持式电动工具的电机因长时过载、运转过热而烧毁。它采用热继电器作为过载保护器件,热继电器的整定值根据实际工况设定。

基本结构 手持式电动工具综合保护装置由隔爆外壳,主变压器和磁力起动器等组成。

隔爆外壳 包括接线盒、箱体和箱盖。接线盒作电缆引进和接线用,并装有专用辅助接地线出线装置。箱盖与磁力起动器的隔离开关之间设有机械联锁机构,工作时不能开启箱盖,以保证在井下操作时的安全。

主变压器 为三相柱式变压器、容量按手持式电动工具的输出功率而定。把井下低压网络的660V或380V电源变为127V。主变压器的额定容量有2.5、4、5kVA三种。

磁力起动器 由隔离开关、交流接触器、热继电器、晶体管线路板,控制变压器、电流信号检测装置等组成。由于手持式电动工具负荷变动大,经常负载起动和堵转,因而采用交流接触器作为供电网络的主开关。先导控制回路、短路保护回路和漏电保护回路中的半导体元件安装在晶体管线路板上,以插接方式与本体相连。

(潘妙琼)

shoudong kaiguan

手动开关 (manual switch) 以手动机构操作切换电路的电器开关。常用于煤矿的有手动起动器、插销开关、按压开关和拉线开关等。手动起动器与插销开关主要用于380V、660V主回路;按压开关、拉线开关主要用于127V及以下的控制电路。

手动起动器 其额定控制功率常在50kW以下,除以手动操作通断电路外,还以熔断器作短路保护,一相熔体熔断时容易造成电动机单相运转事故。一般除用于小水泵、小风机的控制外,更多的是将它作为配电线路的前级隔离用。

插销开关 是将负荷开关和熔断器配装在插座端的隔爆腔内,或将装置式断路器装在插座端隔爆腔内,与插头端可靠插接后,可正常进行机械操作,通断电路。后者具备过载与短路保护。它们适用于功率在30kW及以下的煤电钻、小型刮板输送机、小水泵、小绞车的控制。此外,还可用于电缆连接与换相,用于经常移动的设备。

按压开关 通过按压手把带动按钮杆,使触头通断发出信号,它既可用于自动系统中的机械操作,也可用于人工手动操作。

拉线开关 通过线绳拉动使触头通断,常用于带式输送机和刨煤机的沿线停机和沿线信号联络。

(万邵珀)

shusongji

输送机 (conveyor) 按确定的路线,用无极挠性构件牵引、承载或在料槽中刮送,连续运送物料和人员的机械。输送机可进行水平、倾斜与弯曲输送。输送线路与输送长度一般是固定的,但工作面用的可弯曲刮板输送机的输送线路与顺槽用的可伸缩带式输送机的输送长度随着工作面的推移而变化。输送机主要优点是输送能力大、输送距离长、效率高、工作可靠与维护量小,易于实现自动化,还可在输送过程中同时完成几个功能,因此在煤矿井下运输系统中得到广泛使用。

分类 煤矿井下使用的输送机,根据牵引件与承载件的结构特点,可分为刮板输送机、带式输送机、链带式输送机与板式输送机四大类。刮板输送机主要用于回采工作面;带式输送机可在除工作面之外的其余运输系统中使用;链带式和板式输送机不适应煤矿井下使用,已被逐渐淘汰。

基本结构和工作原理 输送机一般由机头、中部、机尾、牵引部、承载件、电气控制与保护装置等部件组成。动力由驱动装置通过传动滚筒或传动链轮,传递给牵引件,再由牵引件带动承载件将物料或人员运送到指定地点。驱动装置绝大多数采用电力驱动,少数也有用液力驱动。各类输送机的主要区别在于牵引件与承载件的不同。刮板输送机牵引件为牵引链,承载件为中部槽;带式输送机的输送带既是牵引件又是承载件(钢绳牵引带式输送机的牵引件为钢丝绳,承载件为输送带);链带式输送机牵引件为牵引链,承载件为输送带;板式输送机牵引件为牵引链,承载件为槽板。为了防止事故发生,输送机根据不同的使用工况配备相应的电气控制与保护装置。煤矿井下使用的输送机,其电气控制与保护装置、输送带以及非金属元部件必须符合有关安全性能的要求。

主要技术参数 根据煤矿生产能力、回采工艺、运输巷道布置方式以及物料特性等因素确定主要技术参数有:①输送能力,指单位时间内输送的物料量,单位为 t/h。国外煤矿井下输送机的输送能力已超过 3000t/h,中国也已达 2000t/h。②输送速度,指单位时间内牵引件的位移距离,单位为 m/s 或 m/min。以牵引链作为牵引件的输送机其输送速度较低,一般不超过 2m/s;以输送带作为牵引件的输送机的输送速度可达 5m/s,但考虑到煤矿井下防爆安全的特殊要求,一般不超过 4m/s。③输送宽度,指承载件宽度。刮板输送机是指中部槽宽度,板式输送机是指槽板的宽度,带式和链带式输送机是指输送带宽度。煤矿井下输送机的输送宽度一般不超过 1.4m。④输送长度,指被运物料的位移距离,单位为 m,以牵引链为牵引件的输送

机的输送长度较短,单机输送长度一般不超过 300~400m。以输送带或钢丝绳作为牵引件的输送机的输送长度较长,国外煤矿井下使用的带式输送机单机长度已达 10000m,中国达 5000m 以上。⑤输送倾角,指输送机与水平面之间的夹角,单位为度。各类输送机由于承载件与牵引件的结构不同,输送倾角有较大的差异。具有特殊结构承载件的输送机的输送倾角最大可达 90°。煤矿井下输送机有向上、向下运输的工况。一般把向上运输的输送倾角称为“+”,向下称为“-”。

发展趋势 煤矿井下输送机正向以下方面发展:①大型化,指大输送能力、大单机输送长度与大输送倾角。②扩大输送机的使用功能,尽量做到一机多用。对带式输送机来说,不但要运送原煤与矸石,还要能运送人员与辅助材料。③提高自动化控制程度,力求在地面总调度室控制与操纵煤矿井下整个运输系统中各台输送机的运行。④在满足煤矿井下使用要求前提下,尽量缩小外形尺寸与减轻重量,以便于井下搬运与装拆。⑤提高输送机工作可靠性与劳动生产率,以降低成本与杜绝事故发生。⑥降低能耗以节约能源,国际上已将 1t 物料运送 1km 所消耗的能量作为输送机设计与选型的重要指标之一。⑦开发新结构与新功能的输送机,以满足煤矿井下运输系统复杂的工况条件。

(吴明龙)

shusongjiquan jiankong xitong

输送机群监控系统 (conveyors supervision-system) 用于对多台输送机构成的运输系统进行集中监测与控制的成套装置。根据运输系统中输送机类型的不同,输送机群监控系统可分为刮板输送机群集中控制装置、带式输送机群监控系统;根据运输系统结构的不同,输送机群监控系统有分枝(线状)和有分枝(树状)两种结构形式。

输送机群监控系统由监控主站、监控分站、信息传输通道、传感器、执行器和通信信号装置等组成。在集中监控运行方式时,各分站通过传感器采集运输系统中输送机、给料机和煤仓等工况参数和保护信号,经预处理,可自行发出必要的紧急控制命令,同时把信息传给主站。主站接收、处理信息后提供运行状态、运行参数显示、故障报警、打印记录和操作指导,同时把自动或人工生成的控制命令经信道传送给分站,再经信号器、执行器发出启动预告并实现连锁控制、顺序控制或优化控制。输送机群监控系统可以作为矿井生产监控系统的子系统,其主站可把有关工况参数通过传输接口传送给上一级矿井生产监控系统。

(刘树夫)

shuju chuli xitong

数据处理系统 (data processing system)

在煤矿监控系统中,用来收集、存储数据,经计算机加工,产生新的信息的全套装置。它是煤矿监控系统中心站的一个重要组成部分。

基本功能 通常包括系统的用户配置定义、传送数据的发送接收、数据的加工整理、数据存贮以及数据以用户需求的形式输出(如数据显示和打印记录)等功能。

系统的用户配置定义功能 用户将系统的实际配置情况(如煤矿井下采样传感器的设置等)、采集数据的处理要求等定义输入系统,作为系统加工整理数据、存贮数据的依据。

传输数据的发送接收功能 地面数据处理系统与煤矿井下信息采集装置间的通信,包括各种下行命令的正确发送和各种上行数据的正确接收。

数据的加工整理功能 系统对接收到的数据,根据用户配置定义规定的要求,进行各种加工整理,如求出规定时间间隔内的平均值、最大值、最小值等,有些要求与定义的门限值比较,判断是否越限等,作为进一步处理的资料。

数据存贮功能 系统根据用户定义的要求,对采集到的原始数据、经过加工处理的数据以及附加信息(如事件发生的时间信息等)加以存贮。同样作为进一步处理的资料。

数据的输出功能 系统根据用户要求,将系统内的资料作进一步的处理,以可视、可闻等手段,将系统的各种信息提供给用户。

此外尚有系统自诊断等功能。

系统组成 根据煤矿监控的要求,数据处理系统包括数据处理装置和数据处理软件两个部分。

数据处理装置 处理煤矿监控系统中全部数据的硬件设备的总称。国际上煤矿监控系统一般均采用集中分散型微型计算机监控系统的模式。数据处理系统的核心装置是微型计算机,它通过相应软件的运行,本身可以实现各种基本功能。

在不同型号的系统 and 不同的用户需求下,数据处理装置的设备配置也是不同的。微型计算机有单机、双机、多机等不同配置。各种外围设备也相宜而设。有的系统为扩充显示功能,系统通过接口在模拟显示屏将各种数据加以显示,类似的设备还有发光二极管组成的电子显示屏等。有的系统为了加强图形显示功能,扩充了彩色监视器或彩色电视机。有的系统通过多台显示器或微机实现多个用户部门对系统数据的共享。

数据处理软件 处理煤矿监控系统中全部数据的程序的集合。数据处理软件通常不包括随着微机提供的基本软件,如基本输入输出系统(BIOS)和磁盘操作系统(DOS, CP/M, RMX等),也不包括其它工具软件,而是在基本软件的基础上另行开发而成。也有的软件是在已开发的商品软件的基础上再行开发的。

数据处理软件和微机基本软件的层次关系如图所示。

在数据处理系统的装置确定后,其种种功能的实现和功能完善与否,乃至系统的可靠性等,即取决于数据处理的软件。

数据处理软件的基本性能:

(1) 可靠性即确保整个软件能连续、长期、稳定、正确地运行。为此许多软件均开发了自诊断、自测试程序,并使程序在陷入困境时能恢复正常运行。

(2) 实时性即监控数据和用户操作控制命令能得到即时的处理。



软件层次关系图

(3) 功能多样性即软件在数据处理装置提供的硬件环境中,实现各种处理功能的性能指标。

另外,软件的用户可开发性等也是各个系统和用户企求的目标。

煤矿监控系统数据处理软件的总体结构可分为两大类。

(1) 程序划分功能模块后,分别开发,最终链接(LINK)成一个程序,在微机上安装运行。程序中各个任务(task)按优先级分别运行,实现各项功能。这类软件结构将使整个程序体积受限制、各模块间相互制约多、各任务间需有严格的同步和互斥关系。采用覆盖(overlap)技术并精心编制程序能在一定程度上克服上述缺陷,但在功能扩充及用户再开发方面仍有困难。

(2) 将整个程序分成两部分。一部分是基本的,不和用户直接接触的,称系统软件,完成如数据发送接收、数据加工整理、数据存贮等基本功能。这部分程序以驻留程序的形式在微机中运行。另一部分则由多个

程序组成,由用户以热键(HotKEY)调用,实现系统配置定义的输入和各种输出功能,称为应用软件,其体积占整个数据处理软件的主要部分。用户调用某个程序运行时可实现一项或数项功能,不调用时则不占用内存。各个程序之间无制约关系,只和系统软件之间有关系。再在系统软件和应用软件间开发接口层(系统软件数据调用接口库),则应用软件的再开发和用户参与开发将易于实现。

发展趋势 煤矿监控系统中的数据处理系统,其设备配置和功能正处在发展过程中,一些适用的新技术正在引用到煤矿系统中。如多媒体(Multimedia)技术(综合文字、声音、语言、图象等多种媒体的处理技术)、专家系统技术等等。数据处理系统的设备配置将更加简练,其功能将更加丰富实用。软件功能将向深层次开发,一些特殊功能的数据处理软件已经出现,如经过对某些参数长期历史记录的分析,预测煤的自然趋向,或瓦斯、煤岩突出的可能等等。这些发展都将有力地推动煤矿监控技术的发展。

(王春兴)

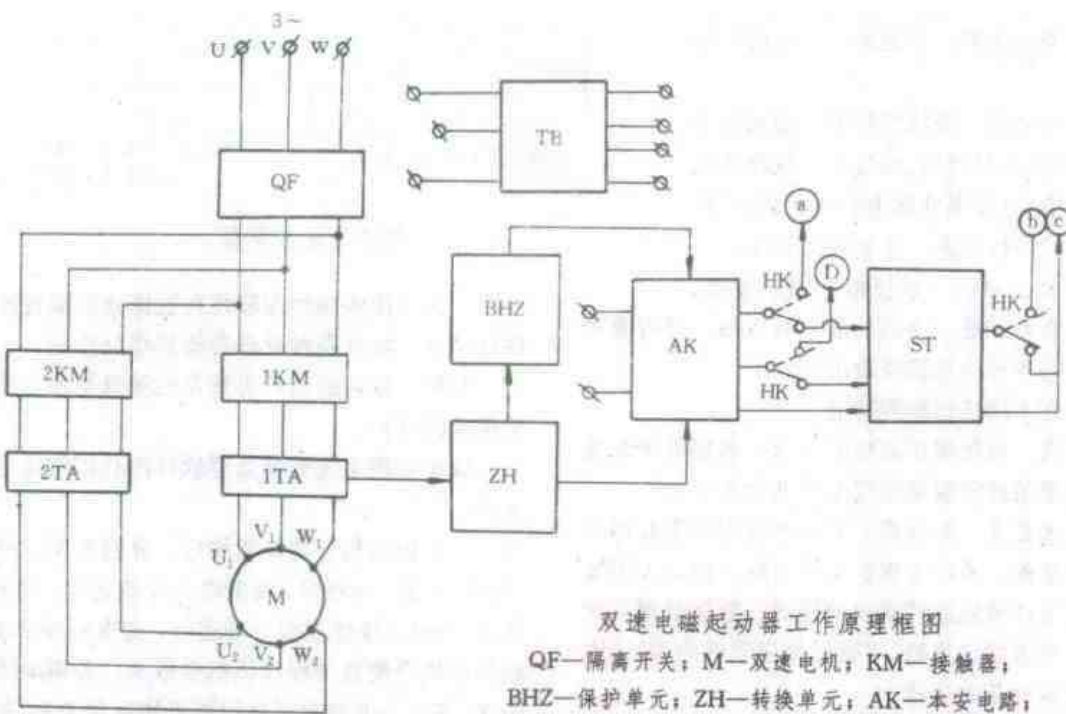
shuangsu dianci qidongqi

双速电磁起动器 (two speed electromagnetic starter)

对双绕组双速电动机进行控制和保护的电磁起动器。它是为适应双速电机的特殊功能而研制的专用配套产品,目前主要应用在对矿用双速刮板输送机的控制。起动器控制双速电机具有低速起动转矩大、电流小的特点,起动完成后转换至高速运行,可以有效地解决刮板输送机在重载工况下存在的起动困难问题。

基本结构 双速电磁起动器由方型隔爆外壳和芯架两个主要部件组成。外壳分成接线盒和主腔二个独立的隔爆箱体,主腔内装有接触器、隔离开关、熔断器、电流互感器、综合保护器、速度转换单元、控制电源变压器及中间继电器等元件。起动器壳外装有选择开关手把、控制按钮等操作件,前门盖装有各种信号故障显示装置。接线盒两侧设有动力电缆引入装置及相应数量的控制电缆引入装置。从起动器至双速电机间有两根动力电缆分别与电机的低速、高速绕组联接。

工作原理 双速电磁起动器工作原理如图所示。



双速电磁起动器工作原理框图

QF—隔离开关; M—双速电机; KM—接触器;
BHZ—保护单元; ZH—转换单元; AK—本安电路;
HK—转换开关; TB—控制电源; TA—电流
互感器; ST—速度转换单元

起动器额定电压为交流 380V、660V、1140V,其电流容量等级为 63A、125A、160A、200A、250A、315A。选用时需与所控制的双速电动机容量相匹配。

控制方式

(1) 运转、停止控制。控制双速电动机低速运转、

高速动转及停止。

(2) 低速、高速转换控制。控制双速电机从低速向高速转换。速度转换可采用自动转换和手动转换两种方式:①自动转换。分为负荷电流给定和时限给定两种转换。负荷电流值可预先设定,电机低速起动后,只有



当负荷电流值下降至预定值以下时,达到了转换条件,通过控制电路自动完成由低速向高速的转换。同理,也可预先给定低速运转的时限,当达到给定时限后,也自动完成由低速向高速的转换运行。②手动转换。通过远距离控制的按钮组(或起动器本身按钮)人工进行控制。按下低速钮即低速起动,再按下高速钮后、完成从低速向高速的转换运行。

按照转换时双速电动机是否断电可以有以下两种方式:①不断电转换方式。即低速绕组通电→高速绕组通电→低速绕组断电,或者低速绕组通电→高速绕组通电,同时低速绕组断电。不断电的速度转换方式会使低、高速绕组有重迭通电的机会,引起较大的冲击电流,这种电流若时间较长,将会对电动机带来危害。不断电转换方式最大特点是将拖动系统的速度跌落控制在最小程度。②断电转换方式即低速绕组通电→低速绕组断电→高速绕组通电。这种方式排除了两绕组同时通电的可能性,较可靠地保护了低速绕组和高速绕组各自的特性。该方式在低速向高速转换过程中,必须先断电后接通高速绕组。因此在失电过程中会产生速度跌落。转换时间越长、失电时间越长速度跌落越严重,并且与外负载成正比关系。若拖动负载处于满载或超载状况,速度跌落值最大,有时会造成转换失败。因此,转换时间与速度关系又是双速起动控制器的一项较为关键的技术参数,有必要通过研究、试验,探讨最佳参数值,求得最佳效果。③就地、远方控制起动器设有远近控制的选择开关,当置于“近”档位置时,利用起动和速度转换停机;当选择开关置于“远”档位置时,通过外接按钮组实现远距离操纵。此时,与就地控制有相同的控制功能。

发展简史 德国于20世纪60年代开始研制矿用刮板输送机双速电机驱动及其电气控制。中国从1983年开始对双速刮板输送机及配套设备,如对双速电磁起动器和双速电机同步进行研制。从当前世界少数发达国家产品来看,低压双速电磁起动器以提高产品性能、提高可靠性和生产适应性为主。同时,还向高电压(3.3kV或6kV)等级发展,逐渐扩大应用范围,提高适应性,根据生产发展需要增加规格品种和容量等级。

(薛晨敬)

shuibeng

水泵 (water pump) 输送水体或使水体增压的机械。它将原动机的机械能或其他外部能量传递给水体,使其能量增加,以便输送。按作用原理可分为①动力式泵又称叶片式泵:靠快速旋转的叶轮对液体的

作用力增加液体能量,再通过泵缸实现输送。如离心水泵、轴流泵、旋涡泵等。②容积式泵:依靠工作元件在泵缸内作往复或回转运动,使工作容积交替地增大和缩小,以实现液体的吸入和排出。如往复泵、回转泵。③其它类型泵(如射流泵、水锤泵、气泡泵等)三类。用于矿井排水的泵主要是离心水泵。

离心水泵 依靠叶轮旋转产生离心力来输送水体的泵。属低比转数($n=30\sim300$,泵的扬程为1m,流量为 $0.075\text{m}^3/\text{s}$ 时的转速)。泵流量和扬程适应范围广、效率高、性能平稳、结构简单、容易操作和维护,故在矿井排水工程中获得广泛的应用。

离心水泵的工作原理是叶轮带动泵内水体作高速旋转而产生惯性离心力,使水流在从叶轮入口流向叶轮出口的过程中,其速度和压力都增加。在流经压出室后,大部分速度能转变成压力能,最后沿排水管排出。同时,叶轮进口处则因水的流动而形成低压或一定真空,在水面大气压力作用下水被压入叶轮进口,从而连续不断地吸水 and 排水。

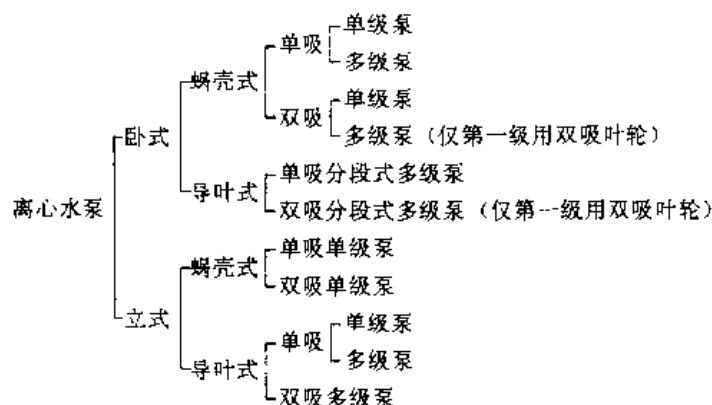
离心水泵的类型有:①按泵轴的方位分卧式和立式。②按泵的壳体形状分蜗壳式和导叶式。蜗壳式离心泵有一个流道截面积逐渐扩大的蜗壳。导叶式离心泵在叶轮外围装有若干固定导叶片的导叶体,蜗壳和导叶是收集从叶轮内流出的液体,并把大部分速度能转换成压力能。③按叶轮吸入液体的方式分单吸泵和双吸泵,单吸泵从叶轮一侧吸入液体,双吸泵中两个单吸叶轮背靠背地组合起来,故叶轮的两侧能同时吸入液体。④按叶轮的数目分单级泵和多级泵。单级泵为只有一个叶轮的泵、多级泵为有两个以上叶轮的泵。⑤按泵壳形式分中开式、分段式、整体式。中开式为多级水泵外壳可沿轴线分成上下两部分。分段式为多级水泵每级有独立的壳体。整体式为多级水泵的泵壳为一个圆筒形整体(离心水泵基本类型见下页上)。

矿井排水使用的主要是单级离心泵、多级离心泵和潜水泵。

(1)单级离心泵 只有一个叶轮的离心泵。常用于水窝排水、掘进工作面排水、其他移动式排水、小煤矿排水等。其中使用最多的是卧式单吸单级泵,卧式双吸单级泵仅在涌水量大时使用,立式单级泵很少使用。

卧式单吸单级泵均为蜗壳式悬臂结构。目前中国制造的流量最大 $400\text{m}^3/\text{h}$,扬程最高125m,水泵的有效功率(单位时间内液体流过水泵所获的能量与轴功率—原动机传递水泵的功率之比)最高达89%。

卧式双吸单级泵一般为蜗壳式中开结构,利用两个并联对称布置的叶轮自动平衡轴向力。目前中国制造的流量最大 $3430\text{m}^3/\text{h}$,扬程最高达125m,效率最高



达 91%。

(2) 多级离心泵 有两个以上叶轮的离心泵。其扬程与级数成正比。广泛用于矿井固定排水和部分移动式排水, 均为卧式结构, 有分段式和中开式两种, 并有单吸和双吸之分。

卧式分段单吸多级泵(见下图)是把几个叶轮装在同一轴上, 串联工作, 每个叶轮均有相应的导叶。多用平衡盘自动平衡轴向力。这种泵的总扬程较高, 效率也较高。中国制造的多为清水泵, 矿用耐磨泵和耐腐蚀泵, 流量最大达 $630\text{m}^3/\text{h}$, 扬程最高达 1870m , 效率最高达 81%。



卧式分段单吸多级泵外观

卧式分段双吸多级泵除第一级叶轮为双吸外, 其余与单吸的相似。中国制造的矿用清水泵, 采用集中强制润滑, 流量最大达 $600\text{m}^3/\text{h}$, 扬程最高达 1100m , 效率最高 76%。

卧式中开多级泵一般为单吸、蜗壳式。几个成偶数的串联叶轮对称布置以平衡轴向力。能量损失小, 维修最少。但体积和重量较大。目前中国制造的流量最大达 $1360\text{m}^3/\text{h}$, 扬程最高达 250m , 效率最高达 85%。

矿用离心式水泵, 向高效率、高扬程、大流量方向发展, 以满足深井集中排水需要。

(3) 潜水泵 将水泵及其原动机放置于水中的排水设备。有电动潜水泵和风动潜水泵两大类。前者用于矿井固定式和移动式排水, 以及淹井抗灾排水, 后者主

要用于掘进工作面和凿井排水。

电动潜水泵 又称潜水电泵。电动机为原动机的潜水泵。有立式和卧式两种, 立式又有单级和多级之分, 卧式则均为多级泵, 中国制造的矿用潜水泵, 流量最大 $1800\text{m}^3/\text{h}$, 扬程最高 1000m , 效率最高为 82%。

潜水泵一般为径流式离心泵即液体沿轴向进入叶轮, 转为沿径向流至外周的离心泵。也有斜流式即叶轮中的液体流动方向介于径向和轴向之间的离心泵。有单级和多级之分。单级为立式, 有清水用和污水用两种, 均为单吸。煤矿井窝、水仓、掘进工作面等泥沙含量大的场合用污水潜水泵。多级有立式和卧式, 并有单吸和双吸之分, 均为分段式, 具有细而长的特点, 用于固定排水和淹井抗灾排水。用于淹井抗灾排水的立式潜水泵有的装有接力泵, 可降低吸水水位。单吸式从下部进水口滤网进水, 经串联的各级叶轮后由出口排出。双吸式从上下两个吸入口滤网进水, 分两路经水力上并联而机械上共轴并对称布置的两段泵以后再汇集一起, 由出口排出。

潜水电动机是笼型异步电动机, 其结构形式有干式、半湿式、充油式和湿式等 4 种。常见的是湿式和充油式。湿式潜水电动机的定子绕组、转子绕组和轴承等均浸没在水中, 用水冷却电动机并润滑轴承, 其定子采用具有优良绝缘性能和耐热性能的耐水绝缘绕组。它又有贯通式、满水式、加压式和密封式 4 种型式。矿用湿式潜水电动机为密封式, 其内部充满软化清水。为适应电动机内部充水的体积随水温而变化, 使内部水压与外部水压平衡, 以保证密封性, 一般在电动机下端设有自动调节胶囊。此外, 为了改善冷却, 大中型电动机在其下方或上方设有小叶轮, 以加强内部充水的循环, 有的在电动机外壳上设散热片, 有的还配有流水罩或吸水罩。矿用湿式潜水电动机功率可以很大, 德国已生产出 3670kW 的电动机。充油式是在密封电机内充以绝缘性能高且不吸湿的油, 以冷却电动机和润滑轴承, 并防止水进入。这种电动机采用普通绕组, 易制造, 耐

热性能比湿式的高,但密封要求高,转子在油中运行阻力较大,可能污染水质,因此其发展受到限制,一般制成小型的。密封机构一般采用耐磨的机械密封,有的还采用双层机械密封。为了防止固体颗粒进入,在密封上面还设有甩砂器。轴承有径向轴承和止推轴承两种,均用水润滑。径向轴承旨在导向,单级泵电动机一般用滚动轴承,多级泵电动机一般用滑动轴承。止推轴承旨在承担电动机转子和水泵转子重量以及叶轮的剩余轴向力。单级泵电动机一般用具有止推力的滚动轴承,多级泵电动机一般用扇形块式自调位止推轴承(密契尔结构),能自动形成并调节水隙。止推轴承一般位于电动机下方,也有位于电动机上方的。

潜水泵附件主要有联接器件、逆止阀和罩。联接器件用于多级潜水泵,分联轴器联接体和联接体,前者用以联接潜水泵轴和潜水电机轴,一般采用套筒联轴器;后者用以联接潜水泵和潜水电机的外壳。逆止阀旨在防止水锤作用对潜水泵的损害,有些潜水泵不装逆止阀,当停泵后排水管中的水倒流时,允许潜水泵高速反转,不仅简化设备,减少阻力,且有冲洗水泵和滤网的作用。罩为一圆筒,潜水泵整体或仅一部分放入罩内,用于多级潜水泵,有增压罩、流水罩、吸水罩三种。增压罩旨在提高压力,矿井排水一般不用。流水罩旨在使吸入的矿水以高速流过电动机外壳,以改善电机冷却。吸水罩是密封的,除能改善电机冷却外,还可降低吸入水位。

风动潜水泵 风马达为原动机的潜水泵。一般为蜗壳式单级单吸离心泵,叶轮为闭式或半开式,安装在风马达的下轴伸端。潜风水马达一般为滑板式,位于水泵之上。轴承均用滚动轴承,其中一个为止推轴承。风动潜水泵形小体轻,有的还可手提。中国制造的风动潜水泵流量最大 $32\text{m}^3/\text{h}$,扬程最高 70m 。

潜水泵因启动前不需灌水,易自控、运转可靠、维修量小、噪音低、管路及泵房简单,有利抢险救灾。有些矿井已将潜水泵作为主排水设备。

往复式水泵 利用活塞、柱塞或隔膜在泵缸内往复运动使缸内容积交替增大和缩小的容积泵。配合吸水和排水阀的相应开闭而抽水或排水,有电动式、直动式(蒸汽、压风和液压驱动)和隔膜式3大类。往复式水泵在矿井排水中已极少使用,只在辅助排水和凿井排水等扬程变化很大而流量不大的场合作用。

参考书目

《离心泵设计基础》编写组编,《离心泵设计基础》,机械工业出版社,1974年。

(徐培铎)

shuili caimei shebei

水力采煤设备 (hydraulic coal mining equipment) (见开采卷)。

shuili cegongji

水力测功机 (hydraulic dynamometer) 利用水力对原动机产生制动力矩,并直接测出其转矩的通用设备。它具有结构简单、体积小、功率储备量大、使用方便等优点,适用于传动设备的加载试验,并进行功率测定。

基本结构 水力测功机由进水阀、机体部分、排水阀、减震器、底座、测力机构部分及转速表部分组成(见下页图)。机体部分的功能是吸收驱动机的有效转矩,它主要由转子、定子、水斗、机壳等组成,转子轴端用联轴节和被测传动设备相联接。

工作原理 驱动机带动水力测功机的转子以同一转速旋转,此时定压水箱内的水经管道进入转子与定子之间的空隙中,受转子水阻柱的推动和离心力的作用,在定子内壁上形成旋转水圈,因水圈的旋转运动被定子壁上的水阻柱所阻,在定子和转子之间产生强烈的水涡流,由于液体与固体的摩擦力,使驱动机的有效转矩由转子传给定子,定子转动一个角度 α ,经测力机构的连杆偏心轴使摆锤偏离初始位置。其偏离的角位移使摆锤所产生的静力矩与定子之转矩平衡,亦即与驱动机的有效转矩相平衡,指针指示出制动力之值。

技术参数 中国生产的水力测功机:

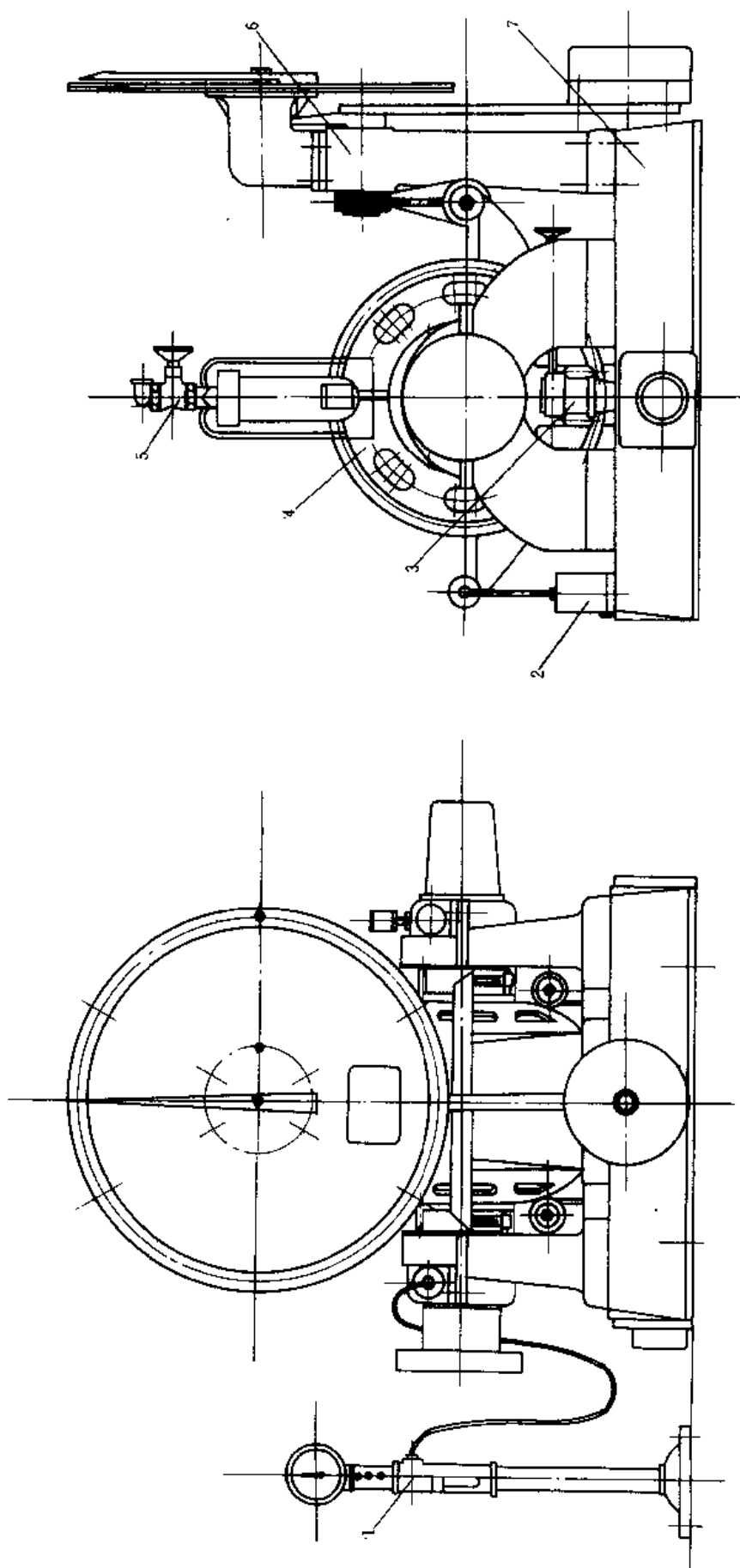
最大吸收功率	100~750kW
主轴最高转速	3000~6000r/min
最大制动力矩	286~2865N·m
最大耗水量	2000~14000l/h

(黄福奎)

suoxing kuangche

梭行矿车 (shuttle car) 又称“梭车”。具有自卸功能,可在巷道中双向行驶的车辆,分轨道式和胶轮式两种。梭行矿车运量大,可在较高的车速下平稳运行,操作简单,减少调车甚至不必调车,主要用于煤矿井下运输煤炭或矸石。但其车身较长,不能直接进罐笼;转弯时要求巷道曲率半径较大。当前煤矿井下使用的梭行矿车容积为 $4\sim 8\text{m}^3$,最大行驶速度 20km/h ,最小曲率半径 $3\sim 15\text{m}$,卸载时间 $1\sim 1.5\text{min}$ 。

运输方式 通常有三种:①单车运输,使用一节梭车,往返于装载点和卸载点之间;②转载运输,在装运过程中,紧靠装载机的第一辆梭车专门作临时贮仓和转载之用,将货载装入另一辆梭车,后者则往返于装卸



水力测机外形图

1—转速表部分；2—减震器；3—排水阀；4—机体部分；
5—进水阀；6—测力机构部分；7—底座

点之间；③列车运输（图1），由若干梭车组成梭行列车将全部货载一次运走。

基本结构 梭行矿车由车箱、刮板输送机、转向架、制动器、活动挡板、伸缩牵引杆等部分组成（图2）。

车箱 两车帮和底板用钢板焊接而成，装载端特别加固，以便承受冲击载荷，在底板上焊有锰钢衬板。

刮板输送机 用电动机或风马达驱动，通过滚子

链和蜗轮蜗杆减速传动，马达与减速器之间用万向联轴节连接。蜗轮减速器和万向联轴节装在车箱卸载端的外侧，两条牵引链分别置于车箱底部两侧，牵引链不与底部衬板接触，可避免衬板的过度磨损。为了防止货载卡住链节，牵引链上方设有保护盖板。

转向架 为了通过小弯道和转向卸车的需要，梭行矿车前后各有一个转向架，车箱和转向架之间用平

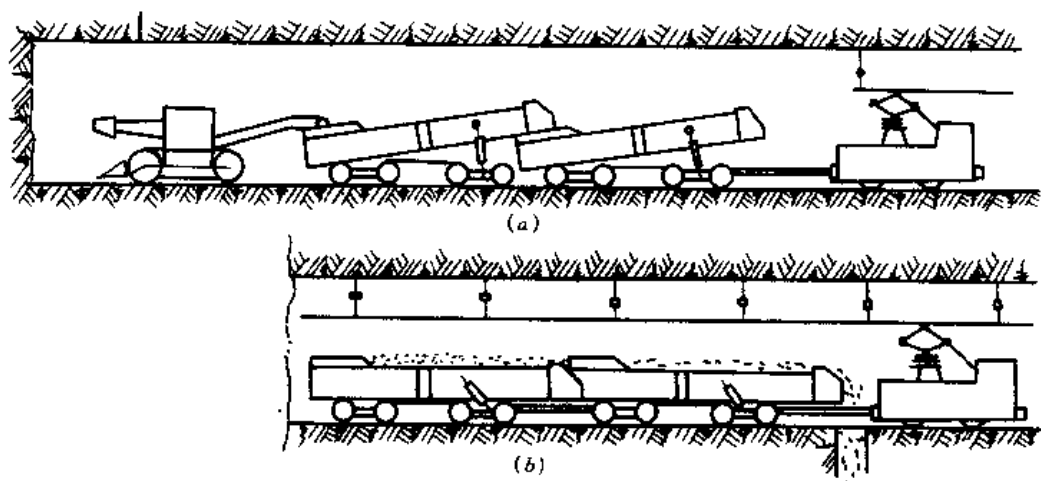


图1 梭行矿车工作示意图

a—搭接转载；b—往溜井卸载

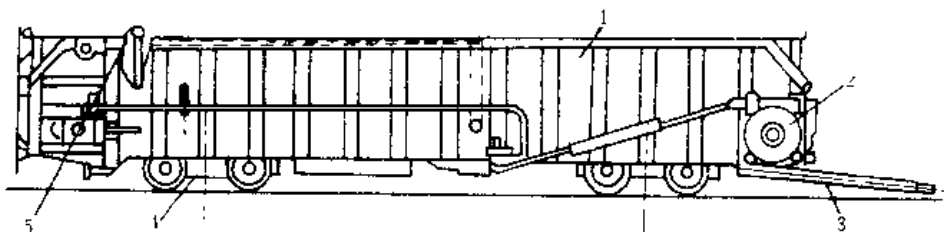


图2 梭行矿车

1—车箱；2—输送机传动装置；3—伸缩牵引杆；4—转向架；5—活动挡板

面轴承连接，二者可以相对运动。车箱的重量通过平面轴承传给转向架，转向架通过板簧和橡胶垫块将载荷直接压在轮对的轴套上，从而具有良好的减震性能。转向架前后两对轮子通过摇臂铰接在架体上，当钢轨高低不平时，摇臂可绕铰点略微转动，使所有轮子都与轨面接触。因此，在较高的速度下梭车也能运行平稳。

制动器 根据轨道坡度、机车粘重大小、梭行矿车节数和总载荷量，在一个或两个转向架上装设液压制动器，由机车司机直接控制，可在坡度为5%的线路上行驶。为保证列车在坡道上装载，还可增设液压卡轨器，以确保运行安全。

活动挡板 挂在车箱两侧帮上的活动挡板，由货载推向前方直到卸载端为止。当刮板输送机的刮板返

向运行时，再将活动挡板带回到装载端。由于活动挡板的作用，货载不会在梭行矿车运行中从卸载端滚落。

伸缩牵引杆 梭行矿车在搭接转载或组成列车运行时，伸缩牵引杆根据需要可相应缩短或伸长。

简史 轨道式梭行矿车于20世纪60年代初期问世，开始只是单台使用，60年代中期，在梭行矿车卸载端轮对组的外侧增设了两个液压缸，从而可将车箱的卸载端顶起，搭放在另一节梭行矿车上面，实现转载运输。60年代末，瑞典的梭行矿车已经发展为不需抬高就能搭接，并能在搭接状态下运行。轮胎式梭行矿车早在20世纪50年代就被用于井下运输。中国70年代开始在矿山使用梭行矿车。

（刘学斌）

T

tisheng gangsisheng

提升钢丝绳 (hoisting rope) 又称主绳。由提升机滚筒带动并传递提升力, 使与其相连接的提升容器沿井筒(巷)升、降的钢丝绳。

分类 可按钢丝绳捻法、绳股断面形状、绳股内钢丝间的接触形式和绳股数量等进行分类。

按钢丝绳捻法分: 交互捻和同向捻两种。同向捻钢丝绳其绳股和股内钢丝捻向相同。这种绳较柔软, 表面光滑、与绳轮接触面大, 弯曲应力小, 使用寿命长, 断

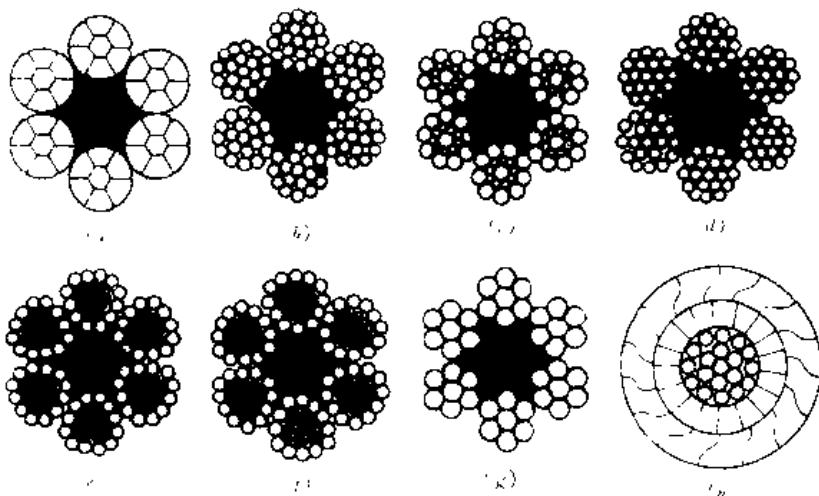
椭圆股和扁股等, 其中以三角股钢丝绳应用最广。此类钢丝绳捻制紧密、强度高、抗挤压性能好。耐磨损性能强(图中e、f)。

按绳股内钢丝间的接触形式分 有点接触、线接触和面接触钢丝绳。点接触钢丝绳多用相同直径钢丝捻制, 在绳股中相邻两层间钢丝的捻角相等, 捻距不等, 钢丝间呈点接触状态。这类钢丝绳, 钢丝间接触应力大, 耐疲劳性能差, 圆股和异型股钢丝绳多为此类型。线接触钢丝绳多用于不同直径的钢丝相配合捻制,

在绳股中相邻两层间钢丝的捻距相同, 股中钢丝间呈线型接触。这种绳结构紧密, 耐挤压能力强, 比点接触钢丝绳性能好。绳股中钢丝配置方式有: 填充式(Fi); 西鲁式(S); 瓦林吞式(W)和混合式(WS)(图中b、c、d)。面接触钢丝绳绳股中钢丝间呈面接触, 它是由线接触绳股, 经轧制或拉拔等特殊加工捻成的钢丝绳, 其结构形式与线接触钢丝绳相同。这种绳耐疲劳、耐腐蚀性能都较好, 但柔软性较差(图中g)。

按绳股数量分 有单股、多股、多层股钢丝绳。单股绳又分普通单股和密封钢丝绳。密封钢丝绳用单股绳作绳芯, 外层由一层或多层异形钢丝捻成(图中h)。这种绳表面光滑、耐磨好, 但柔软性差, 有的国家作提升钢丝绳使用, 中国煤矿多用它作罐道绳。多股钢丝绳一般为6股, 矿井提升多采用此种绳。多层股钢丝绳, 由两层或几层绳股多次捻成, 自转性小, 又称不旋转钢丝绳, 多用于凿井提升和摩擦轮提升作尾绳用。

选择 提升钢丝绳强度损失的主要因素是锈蚀、磨损和疲劳断丝。由于矿井条件不同, 起主要作用的因素不同, 选绳时应根据具体条件, 确定钢丝绳的基本结构参数。



部分提升钢丝绳断面

a—6×7+NF; b—6×19Fi+NF; c—6×19S+NF;
d—6×19W+NF; e—6V×24+NF; f—6V×30+NF;
g—6T×7; h—152+17T+12+6+1

丝易发现, 应用多, 但稳定性差、易打结。交互捻钢丝绳, 其绳股与股内钢丝捻向相交叉。其特点与同向捻相反, 常用于斜井串车提升和运输设备。它按捻向又分左捻和右捻。

按绳股断面形状分 有圆股钢丝绳和异型股钢丝绳。圆股钢丝绳绳股断面形状呈圆形, 绳股可由相同或不相同直径的钢丝捻成。这种绳易制造、价格低, 应用多(图中a、b、c、d)。异型股钢丝绳绳股断面有三角股、



立井提升钢丝绳 对缠绕式提升机：以疲劳断丝为主要因素时，可选用三角股钢丝绳或圆股线接触钢丝绳。以磨损为主要因素时，可选用西鲁式或三角股钢丝绳。以锈蚀为主要因素时，应选用镀锌钢丝绳。锈蚀、磨损都较严重时，应选用镀锌三角股或镀锌线接触钢丝绳。对摩擦轮提升机，选用同向捻三角股或圆股线接触钢丝绳。

斜井提升钢丝绳 多为磨损和锈蚀严重造成绳径缩细报废。应选用 6×7 线接触或面接触钢丝绳。

钢丝绳试验 包括钢丝的拉伸试验、弯曲试验、扭转试验和钢丝绳破断拉伸试验。中国煤矿规定：新绳悬挂前要对钢丝绳中每根钢丝做拉伸、弯曲和扭转试验，以验证到货或保存时间较长后其机械性能是否符合要求。对在用钢丝绳要作定期试验：升降人员或升降人员和物料的绳，自悬挂时起每隔 6 个月试验 1 次，对升降物料的绳，自悬挂时起经过 1 年试验 1 次，以后每 6 个月试验 1 次。定期试验只作钢丝拉伸和弯曲试验，验证其强度变化情况，确定是否可继续使用。

钢丝拉伸试验 用拉力试验机作钢丝破断拉力试验，检测钢丝抗拉强度差值和计算钢丝破断拉力总和。单丝抗拉强度与平均抗拉强度差值超过规定的为不合格钢丝。

钢丝反复弯曲试验 用弯曲试验机对钢丝作反复弯曲试验，检查其耐反复弯曲性能，适应于钢丝直径等于或大于 0.8mm 的钢丝。反复弯曲次数达不到规定的为不合格钢丝。直径小于 0.8mm 的钢丝用打结拉力试验，即将钢丝试样打结后测出承受的最大拉力，可代替弯曲试验。

钢丝扭转试验 用扭转试验机检测钢丝在扭转时的变形性能。适用于直径等于或大于 0.5mm 的钢丝。扭转数达不到规定的为不合格钢丝。

钢丝绳破断拉伸试验 用拉力试验机测定钢丝绳整绳破断力。中国煤矿计算钢丝绳安全系数是以合格钢丝拉断力总和为基数的，一般不作整绳破断力拉伸试验（钢丝绳安全系数：钢丝绳合格钢丝破断拉力总和与钢丝绳的计算最大静拉力之比。）有的国家只考核钢丝绳整绳破断力，中国在检验进口钢丝绳或分析事故等特殊情况下作整绳破断拉伸试验。

实验结论 对于新绳悬挂前钢丝的拉伸、弯曲、扭转试验，不合格钢丝的断面积与钢丝绳的总断面积之比，升降人员或升降人员与物料用的达到 6%，升降物料用的达到 10% 为不能使用，以合格钢丝拉断力总和为基数算出的安全系数小于新绳规定时（见右上表）也不能使用。对新钢丝绳的韧性，升降人员或升降人员与物料用的要达到特号钢丝标准，升降物料用的要达到

1 号钢丝标准，达不到者也不能使用。

对在用钢丝绳做定期试验时，拉伸和弯曲不合格钢丝的断面积与钢丝绳总断面积之比达到 25% 时不能再用。当以合格钢丝拉断力总和为基数计算的钢丝绳安全系数，专为升降人员用的小于 7；升降人员和物料用的，升降人员时小于 7，升降物料时小于 6；专为升降物料用的小于 5，都不能继续使用。对在用钢丝绳的韧性，升降人员或升降人员与物料的要达到 I 号钢丝标准，升降物料的要达到 II 号钢丝标准，达不到也不能使用。

新提升钢丝绳安全系数最低值

用 途		安全系数
缠绕式提升装置	专为升降人员	9
	升降人员和物料	混合提升时 9
		升降物料时 7.5
	专为升降物料	6.5
摩擦式提升装置	专为升降人员	$9.2 - 0.0005H^*$
	升降人员和物料	升降人员时 $9.2 - 0.0005H$
		混合提升时 $9.2 - 0.0005H$
		升降物料时 $8.2 - 0.0005H$
	专为升降物料	$7.2 - 0.0005H$

* H —钢丝绳悬挂长度 (m)。

摩擦式提升机用钢丝绳不做定期试验，实行定期更换，提升钢丝绳的使用期限不得超过 2 年，平衡钢丝绳的使用期限不得超过 4 年。

钢丝绳的检查与维护 为有效地利用钢丝绳并保证其安全运行，除定期试验外，还要进行经常性的检查与维护。

检查 及时发现其缺陷，掌握在使用过程中强度变化情况，分为人工检查和仪器检查。

(1) 人工检查 对钢丝绳外部断丝、磨损、锈蚀采用眼观、手摸等方法检查，每天进行一次日常检查，每月进行一次详细检查。使用中的提升钢丝绳断丝、磨损、锈蚀达到以下数值时，不能再继续使用：①在一个捻距内断丝断面积与钢丝绳总断面积之比，升降人员或升降人员与物料的达到 5%，升降物料的达到 10%；②钢丝绳磨损，绳径减少到 10% 时；③锈蚀使钢丝表面点蚀麻坑形成沟纹、外层钢丝松动时。

(2) 仪器检查 中国已研制成功钢丝绳探伤仪。适应绳径 20~60mm，可定量检测由锈蚀、磨损造成的金



属断面损失和内、外部断丝及其所在位置并由打印机打出。

维护 主要是对钢丝绳涂油。为预防磨损、锈蚀、延长使用寿命,应制订涂油制度和涂油措施。根据井筒条件,至少每月涂一次油。对摩擦式提升机用钢丝绳应涂专用钢丝绳油(戈培油)。对不绕过摩擦轮部分钢丝绳可涂防腐油或绳油。

多绳提升钢丝绳张力测定 多绳提升各绳张力与平均张力之差要求不超过10%。中国1990年采用应变法原理研制成功了钢丝绳测力仪。可测定每根钢丝绳张力、总张力、平均张力和任一根钢丝绳张力与平均张力之差的百分值,测试结果由打印机打出。仪器适用于各种类型的多绳提升装置。测力传感器分100kN、150kN和200kN三种,系统测试误差小于±3%。

提升辅助钢丝绳 煤矿立井提升系统中,除了提升钢丝绳外还有尾绳、制动绳、罐道绳和防撞绳等。

尾绳 悬挂在两提升容器底部起平衡作用的钢丝绳。多用于摩擦轮提升系统,加大提升钢丝绳与衬垫之间摩擦力,防止提升钢丝绳与衬垫间相对滑动。尾绳有圆尾绳和扁尾绳两种。圆尾绳多用多层股不旋转钢丝

绳。

尾绳的重量与数量和提升钢丝绳有关,多绳提升的尾绳根数通常为提升钢丝绳根数的1/2。

制动绳 当提升钢丝绳折断时,供防坠器抓捕用,以防止罐笼坠入井底的钢丝绳。上端通过缓冲装置固定在井架上,悬挂在井筒中。适用于采用刚性罐道的副井。制动绳一般放在罐笼两侧,通常用普通圆股钢丝绳。

罐道绳 提升容器导向的钢丝绳。一端固定于井架或井底,另一端用拉紧装置拉紧,悬挂在井筒中。一般采用密封钢丝绳,浅井也有使用普通圆股钢丝绳的。

防撞绳 在使用钢丝绳罐道的井筒中,为防止两提升容器在运行时相撞而在提升容器之间设置的两条钢丝绳,一般采用普通圆股钢丝绳。

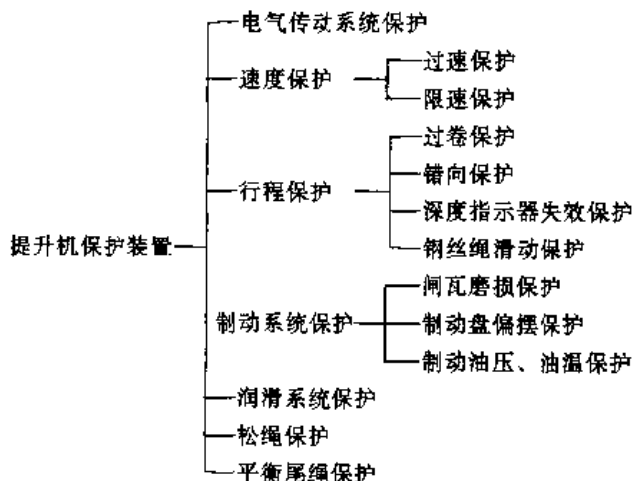
(韩连生 刘兆文)

tishengji baohu zhuangzhi

提升机保护装置 (winder protecting device)

检测提升机运行过程中出现的故障并防止发生事故的装置。

按照保护的作用分类如下:



电气传动系统保护 包括提升机电源、主回路及电动机的保护。①对于带能耗制动的交流传动系统,当发生能耗制动电源故障、提升电动机过负荷、高压电源欠压、失压、换向器室门被打开以及踏动紧急事故开关等情况,安全回路中接点即动作,实现安全制动。②对于直流发电机-电动机传动系统安全回路,当同步电动机、直流主回路过电压、过电流,电机放大机和励磁机组传动电动机、主发电机励磁回路过电流以及直流主开关等发生故障时,实现安全制动。③对于晶闸管变流器供电的直流电动机传动系统,设有晶闸管变流保护装置,桥臂监视,最大电流监视,电源监视。当发生

故障时,实现安全制动或报警信号。

速度保护 提升容器在等速和减速阶段的保护是分开实施的,即超速保护和限速保护。

超速保护 超速又称超速。指提升容器运行时,实际速度超过额定速度的状态。当超速15%时,超速继电器动作,实施紧急制动。超速保护装置通常采用接入测速发电机回路的超速继电器来实现,也有使用机械式离心开关的。

限速保护 提升容器到达终端位置前的减速段的超速保护,按中国煤矿安全规程规定,当提升机最大速度超过3m/s时,必须设置速度限制器,保证提升容器



到达终端停止位置前,速度不超过 2m/s。限速保护装置有:①利用测速发电机、限速电阻及过电流继电器组成限速回路;②利用反映实际速度的测速发电机和速度给定装置,通过磁放大器比较,实现限速保护。

为了更好的实现减速段的超速保护,有的提升设备在减速区段内又设置了点一点监控保护,它是通过对减速段的若干点进行速度询问,当询问点的速度超过给定速度时,保护接点动作,进行安全制动。

行程保护 防止提升机因操作失误或控制系统失灵导致事故而设置的保护。它包括过卷、错向、深度指示器失效以及钢丝绳滑动等保护设施。

过卷保护 当提升容器超过正常停车位置 0.5m 时,过卷开关动作,实施紧急制动。过卷开关一对设在深度指示器上,另一对设在井架或井塔上。过卷后用过卷转换开关复位。

错向保护 监视提升容器实际运行方向是否符合规定运行方向的一种保护。在电气传动系统中,深度发送装置内设有错向保护的速度继电器,当运行方向的指令与实际运行方向相反时,深度发送装置接点与方向辅助继电器的接点同时闭合,通过错向保护继电器实现安全制动。

深度指示器失效保护 深度指示器不仅用来指示提升容器在井筒中的实际位置,而且还具有限速、错向、行程保护及自动调零等功能。当深度指示器的传动系统发生断链或断轴、脱销或操作限位开关失灵等故障时,串入安全回路的失效保护继电器接点打开,实施安全制动或电气制动。

钢丝绳滑动保护 防滑监视电路以设在摩擦轮侧测速发电机与设在钢丝绳侧(即导向轮或天轮侧)测速发电机速度信号进行比较,作为钢丝绳滑动的监控信号。正常情况下两电压相等,当钢丝绳打滑时,电压差会超过规定值,从而使防滑继电器释放,进行安全制动。

制动系统保护 包括闸瓦磨损、制动盘偏摆,制动油压,制动油温等保护。

闸瓦磨损保护 闸瓦磨损程度超过规定值时,闸瓦磨损开关动作,断开安全回路,实施安全制动。

制动盘偏摆保护 在制动盘的两侧安装接近开关或传感器。当制动盘和探头之间的间隙减少时,继电器失电,发出报警信号,提升终了,安全制动。

制动油压保护 通过电接点压力表实现保护。提升机处在停止状态时,制动系统的油压表指示应在零压位置,提升机不能起动;当提升机运行时,若制动系统油压出现不正常现象,即进行安全制动。

制动油过热保护 通过电接点温度表实现保护。

当制动油温超过允许值时,发出报警信号,提升终了,安全制动。

润滑系统保护 润滑系统的油压欠压或过压或油温及轴承温升超过允许值时,由压力或温度检测装置发送报警信号,提升终了,安全制动。

松绳保护 对于缠绕式提升机,为防止松绳造成断绳事故而设置的保护。通常在提升机滚筒的上下出绳孔处设置杠杆或钢丝,正常提升时钢丝绳与其保持适当的距离,当发生松绳时,松驰的钢丝绳压到杠杆或钢丝上,松绳信号继电器的接点闭合并发出“松绳信号”,进行安全制动。

平衡尾绳保护 为防止多绳摩擦式提升机在运行过程中圆尾绳扭结,而在井底的尾绳环上部装设的平衡尾绳监视开关,当尾绳环处出现扭结时,串接在安全回路的监视开关动作,实施安全制动。

近年来,为了提高提升的安全可靠性,对超速、限速、过卷等已有独立于原提升安全监测保护系统的冗余系统。随着电子技术和微处理机技术的发展,国际上对行程、速度监视,闭环调节、故障自诊断等方面,发展了一整套电子装置和全数字 PLC(可编程序控制器)系统,国内正处在研制和逐渐完善微处理机全数字电气控制系统阶段。

(傅广琴)

tishengji dianqi chuandong

提升机电气传动 (winder electric drive)

采用电动机及电气控制设备拖动和控制提升机,使其按规定工艺要求运行的传动技术。

简史 20 世纪初,电动机逐渐取代蒸汽机成为提升机的原动机。最初,绕线转子异步电动机和由旋转变流机组供电的直流传动曾被广为使用,后来出现的可控汞弧整流器也在一段时期用作直流电动机的电源设备。60 年代中期开始,晶闸管变流器供电的直流传动在大、中容量提升机中逐步占主导地位。80 年代以来,采用直接变频器供电的交流传动得到成功应用,并被认为是大功率提升机电气传动的最好形式。提升机控制技术亦由手动和开环控制发展为闭环多参量自动控制,从以继电器和模拟组件等为主构成的控制系统发展到以微处理器为基础的全数字控制系统。

系统组成 由提升电动机及电气控制设备组成,后者包括电力设备和控制设备两部分。

(1) 电力设备 是指向提升机电机回路供电的电源设备及绕线转子异步电动机转差功率消耗或转换的设备。它的主要功能是实现电力的传输或变换,例如母线供电设备,各种变流设备等。目前,静止变流设备逐

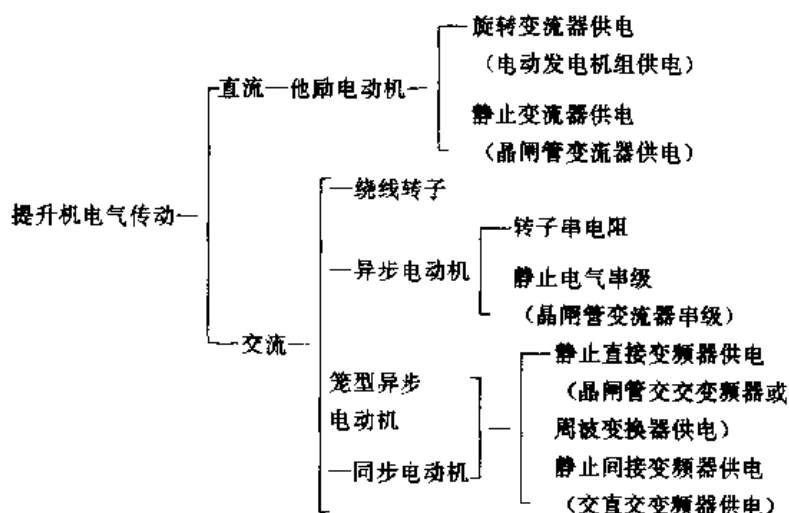
渐取代了旋转变流机组用于各种交直流传动。

(2) 控制设备 是指用以操纵提升机的开关电器及其与控制、测量、保护和调节装置的组合。根据工作原理,它分为低压配电、逻辑控制和闭锁、行程控制、闭环调节、测量、监视(故障检测、指示与安全电路等)及制动闸控制等几部分。中国主要由继电器、主令开关以及分立元件和中小规模集成电路等电子装置构成,通常组装在一个或数个控制柜(箱、屏、台)内。70年代以来,以微处理器为基础的控制装置已在提升机电气传动控制设备中采用,它可完成开环控制、联锁、监视、数据存储、打印和屏幕显示、故障诊断、通讯、行程给定,直至闭环调节、矢量控制和晶闸管脉冲触发等功能。它的可靠性和稳定性较高、通用性强,便于功能更改和扩展以及构成冗余系统等优点。某些发

达国家已能提供全数字化提升机电控设备。中国开始采用可编程序控制器和其他以微处理器为基础的产品,逐步替代传统的提升机控制设备。

基本性能 ①能适应提升机负载的变化以及频繁加减速及变换运动方向的要求;②有维持稳定低速运行的性能,用以实现准确停车和满足诸如某些箕斗在卸载曲轨稳速运行的要求;③加速段有加速度和加速力矩限制,减速段有良好的速度跟踪性能;④接近提升终端水平减速区的速度给定值可按行程给出;⑤有足够的过载能力;⑥设有冲击(加、减速度变化率)限制;⑦有完备的监视和制动闸控制系统,特别是能避免由于超速、过卷等造成的灾害性后果。

分类 根据提升电动机的类别,可分为直流传动和交流传动两大类。



根据他励直流电动机改变电枢电压调速原理构成的直流传动具有良好的控制性能,可满足提升工艺的各种要求。低速直流电动机可与提升机主轴直联,增加运行可靠性和减少维护量。现已普遍采用的晶闸管变流器供电传动系统效率高、响应速度快、维修费用低,但对电网产生谐波干扰,无功冲击造成电压降低,从电网吸取较大无功功率。

绕线转子异步电动机串电阻传动是中国中、小容量提升机电气传动的主要形式。与直流传动相比较,异步电动机结构简单、运行可靠、价格低廉、维修方便、电控设备造价低,但加、减速过程及低速运行时能量损耗大和控制性能差。采用低频或其他辅助装置可以改善其控制性能和减少能耗。

近年来,晶闸管直接变频器供电的同步电动机和笼型异步电动机交流传动在提升机的应用日渐增多。以同步电动机为例,与直流电动机相比较,具有如下的

优点: ①由于无整流子及碳刷,因而容易制造、价格较低、维护方便、单机容量可以做得较大;②具有较高的效率;③具有较高过载能力;④短路力矩小,可节省基础造价;⑤定子和转子间气隙较大,有利于采用悬臂式转子联接方式;⑥要求较少的冷却通风功率;⑦便于构成内装式提升机。由于得益于矢量变换技术,变频传动已获得完全能同直流传动相媲美的控制性能。然而,就对电网造成危害程度而论,它与晶闸管变流器供电的直流传动系统大体相当。由于直接变频器所用晶闸管数量较多,输出频率较低,目前它的应用主要是在大容量、低转速的电气传动中,随着电力半导体技术和控制技术的发展,可能在更广泛的功率范围取代直流传动。

传动方式的选择 中国主要依据提升电动机容量和提升工艺的复杂程度来决定其传动方式: ①当提升电动机容量较小,且力图、速度图较简单,通常选用绕线转子异步电动机串电阻传动系统; ②当提升电动机



容量较大,或力图、速度图较复杂,则选用晶闸管变流器供电直流传动或晶闸管直接变频器供电交流传动;
③受电动机或电力设备制造容量的限制,或由于提升工艺等的特别要求,可采用双台电动机传动。

参考书目

B. M. 切尔马雷赫等著,谢桂林等译,《矿山固定机械设备的电力拖动系统和自动化》,煤炭工业出版社,1980年。

(曹 涛)

tishengji jiansuqi

提升机减速器 (gear reductor for winder)

适于提升机工况的齿轮减速装置。其特点是起动频繁,周期性正反向运转,传动扭矩大(通常为 $15 \times 10^4 \sim 80 \times 10^4 \text{ N} \cdot \text{m}$)。提升机减速器按传动型式不同分为平行轴和行星齿轮减速器。它们的箱体若座落在弹簧上,则称为弹簧基础减速器,弹簧可减小提升机负荷对地基的冲击,其输出轴与提升机主轴间采用螺栓刚性联接。为达到运转平稳,制造和安装精度要求均较高。

平行轴减速器 输入、输出轴平行布置,两轴间经由一级或多级齿轮传动。输入轴与输出轴可在同一轴线上,也可不在同一轴线上,前者为同轴线传动减速器,后者为侧动式减速器。根据输入轴的多少,又有单入轴式减速器和双入轴式减速器之分。后者用于一台减速器同时配有两台驱动电动机的提升机。

此类减速器齿轮的齿形有渐开线和圆弧形两种。前者啮合性能好,使用广泛;后者呈点接触啮合,承载能力较大,但齿轮中心距的误差值对啮合性能影响较大,制造和装配精度要求较高。齿面硬度分为软齿面、中硬齿面和硬齿面。软齿面硬度一般在 HB180~290 之间,中硬齿面硬度一般在 HB290~430 之间,硬齿面硬度一般在 HRC35~62 之间。硬齿面比中硬、软齿面承载能力大,使用寿命长,外形尺寸小,但制造工艺较复杂,成本较高。

至 1992 年,中国制造的平行轴减速器最大输出扭矩为:

软齿面渐开线减速器 $44 \times 10^4 \text{ N} \cdot \text{m}$

软齿面圆弧齿轮减速器 $25 \times 10^4 \text{ N} \cdot \text{m}$

中硬齿面渐开线减速器 $49.5 \times 10^4 \text{ N} \cdot \text{m}$

硬齿面渐开线减速器 $80 \times 10^4 \text{ N} \cdot \text{m}$

行星齿轮减速器 啮合副中全部或部分齿轮副为行星齿轮传动机构,一般为单入轴式。输入、输出轴的布置有同轴线式,也有非同轴线式。传动精度高,传动效率可达 0.98 左右,外形尺寸小、重量轻。此类减速器全部采用硬齿面或中硬齿面渐开线齿轮,需有较高的制造精度。至 1992 年,中国已制造出最大输出扭矩

为 $63 \times 10^4 \text{ N} \cdot \text{m}$ 的行星齿轮减速器。

提升机问世后,最初主要采用渐开线软齿面平行轴减速器。自 20 世纪 50 年代起,瑞典开始采用弹簧基础减速器,德国采用行星齿轮减速器,前苏联采用圆弧齿轮减速器。中国于 1958 年制成圆弧齿轮减速器,1965 年开始采用弹簧基础减速器,70 年代起采用行星齿轮减速器。

(蒋肇泉)

tishengji jiaojiaobianpin tongbu

diandongji chuandong

提升机交交变频同步电动机传动 (A.C cyclo-converter supply synchomotor drive for winder)

又称变频调速。通过直接改变交流供电电源频率,来实现提升同步电动机的调速的提升机交流电气传动,世界上第一台交交变频同步电动机传动的提升机由德国西门子公司设计制造,1983 年投入运行。

工作原理 提升机采用变频调速,必须有一个专门的产生可变频率电源的交交变频器,它将工频交流电源经电子开关直接转变为可变频率的交流电源。交交变频器可实现四象限运行,低频时波形好,采用电网电压换流,其最高输出频率为电源频率的 $1/3 \sim 1/2$,多用于低速大容量的传动系统。交交变频器由 3 组变流器按星形接法形成三相变频电源,每组变流器是由

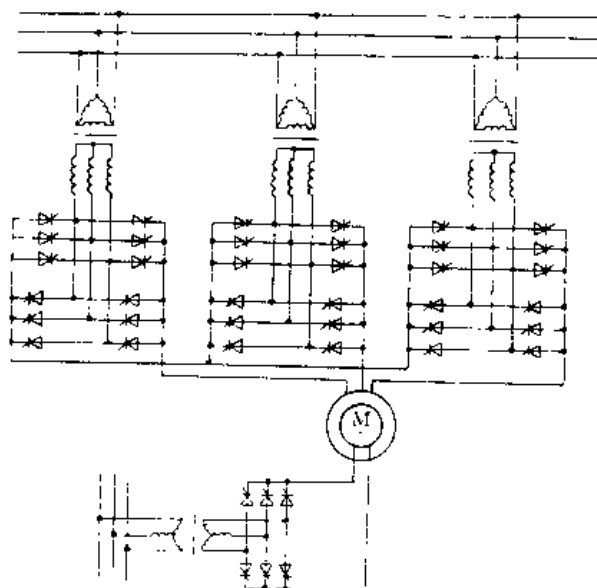


图 1 变频器回路和励磁回路图

直接并联连接的晶闸管三相桥式电路组成。晶闸管触发系统三相变频器提供互差 120° 电角的触发脉冲移相参考值, 电桥输出对称的低频三相电压。向交交变频器供电的整流变压器, 根据同步电动机容量和电网情况决定。容量较小时每相变流器由一台变压器供电, 容量较大或要限制高次谐波电流和电压畸变时, 每相变流器可由一台三绕组或两台双绕组不同矢量组别的变压器供电。

交交变频调速的提升机驱动电动机可用同步电动机或笼型异步电动机, 中国一般采用同步电动机。这种同步电动机与普通同步电动机的区别, 仅在于前者能承受频繁起动的大动载荷和较高的过载倍数, 亦可减少谐波损耗和降低谐波转矩等。同步电动机励磁绕组由一个三相全控桥整流器供电。变频器和励磁回路如

上页图 1 所示。

提升机调节控制系统 为速度闭环和电流闭环的双闭环系统。根据磁场定向矢量变换控制原理 (图 2), 把交流电机的定子电流 i_s 按磁场坐标系分解为磁化电流分量 i_b 和有功电流分量 i_w , 两者分别进行调节, 使 i_b 产生的定子磁势和 i_w 产生的电枢反应及转子磁势的合成磁场保持恒值, 并使 i_w 产生的转矩满足速度调节的要求。定子电流调节采用坐标变换方法, 将定子定向坐标系电流分量 i_b 和 i_w 转换成定子轴方向及其垂直方向的分量 i_α 和 i_β , 再把 i_α 和 i_β 由两相转换成三相, 并调制成三相触发脉冲, 触发变频器晶闸管。该系统的调速性能与直流电机在全补偿时一样。电动机运行于自同步方式, 排除了振荡和超载失步的可能。

提升机调节控制系统是按给定速度图及要求的电

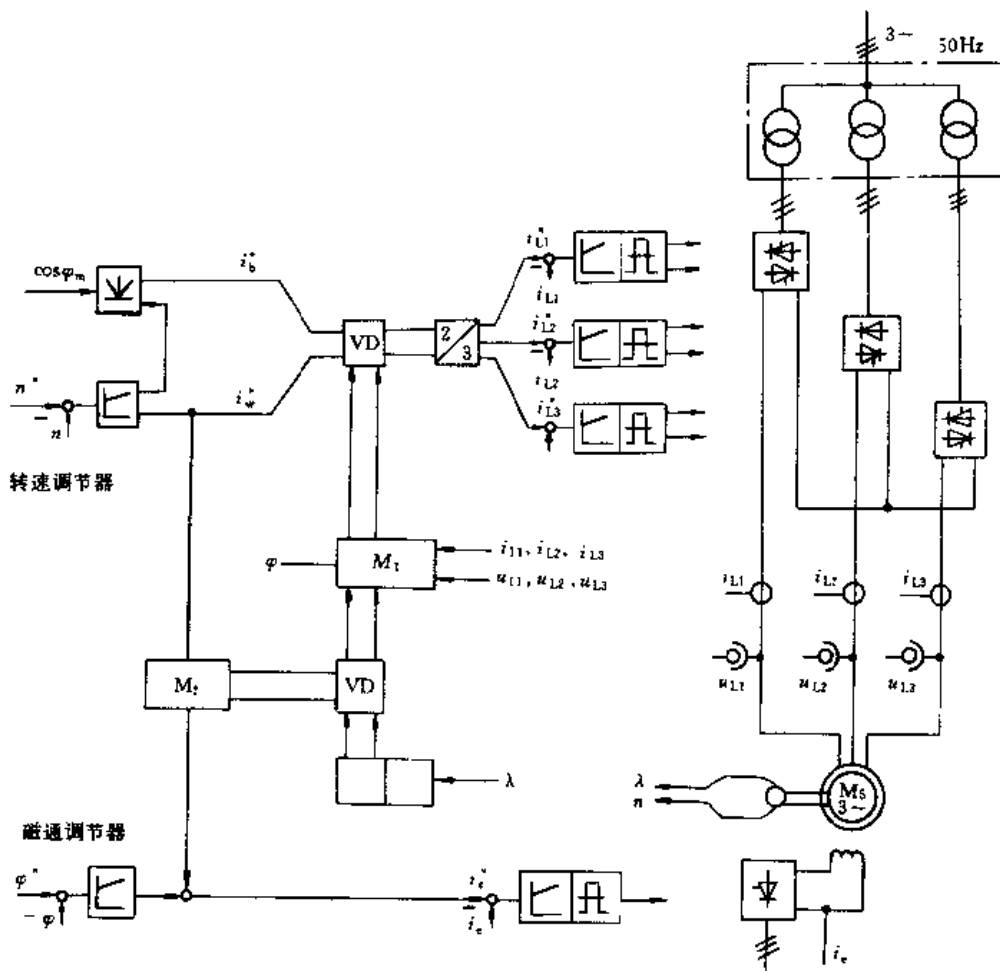


图 2 磁场定向矢量调节系统原理图和矢量图

$\cos \varphi_m$ —电机的功率因数; i_b —励磁电流; $i_{L1} \sim i_{L3}$ —电机三相线电流;

i_b —磁化电流; $U_{L1} \sim U_{L3}$ —电机三相相电压; i_w —有功电流;

M_1 —电压运算器; λ —转子轴方位角; M_2 —电流运算器;

V_D —矢量旋转器; n —转速; φ —主磁通; *—给定值

动机功率因数 $\cos\varphi_m$ 工作的,速度为主控制量,定子电流、励磁电流为辅助控制量。速度可以由手动给定,也可以由提升行程控制系统发出。给定速度与测速发电机送来的实际速度相比较,构成控制系统的速度闭环。速度调节器的输出作为定子电流调节器和励磁电流调节器的控制变量与变频器输出电流和励磁电流实际值相比较,构成控制系统的各自的电流闭环。

控制系统的控制、监视、基准值预调和故障信号处理等功能可由以微处理器为基础的控制装置实现。

提升机为双电机驱动时,两台电机分别配置转矩调节系统,而行程和速度调节器是公用的,其输出作为转矩给定值供给两台电机的转矩调节器。

为降低由特征谐波电流及其边频带引起的电压畸变,根据情况需设滤波装置,一般与无功功率补偿综合考虑。

参考书目

马小亮著,《大功率交交变频交流调速及矢量控制》机械工业出版社,1992年。

(田天录)

tishengji jiaoliu dianqi chuandong

提升机交流电气传动 (winder A. C electric drive)

采用交流电动机及其电控设备拖动和控制提升机,使其按规定工艺要求运行的提升机电机传动。根据使用电动机类型,可以分为绕线转子异步电动机传动和静止变频器供电的同步电动机或笼型异步电动机传动两类。

绕线转子异步电动机传动 根据转差功率的去向,可分为转子串电阻传动和静止(晶闸管变流器)电气串级两种。

转子串电阻传动 改变绕线转子回路,用消耗转差功率的串联电阻实现转速调节的异步电动机传动。其电控设备主要由交流母线供电设备、转子电阻以及继电器、接触器为主的控制设备或其它控制器构成。

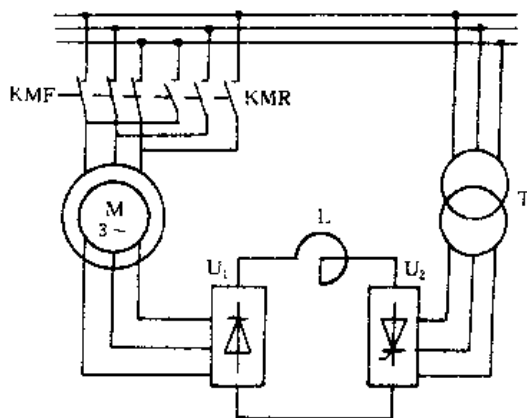
采用这种传动方式能源可直接取自公共配电系统而不需要复杂的大功率变流设备作为主要电源设备,因而电力设备简单、造价低、便于使用人员掌握。它的主要缺点是:①加、减速过程及调速时,有较大转差功率损失;②当电动机定子接在交流工频电源上时,难以在低于同步转速工作范围内产生经济的和便于控制的制动力;③转子串电阻后使得电动机机械特性变软,不易获得稳定的低运行速度;④需要电机产生电动力时,实现闭环控制较为困难;⑤电力设备的触点较多,维护工作量大。为了弥补这种传动方式的不足,广泛采用各种辅助设备,如能耗制动电源设备,低频电源设备等,

从而改善了传动系统的控制性能,减少了低速运行时的能耗。

对于提升速度图、力图较简单的中小容量提升机,这种传动方式基本上能够满足提升工艺的要求,是中国煤矿中使用最为广泛的提升机传动方式。

静止(晶闸管变流器)串级传动 绕线转子异步电动机的转差功率通过晶闸管变流器回馈到交流电网的电气传动。

传动系统的主电路如图所示。图中电动机M的定子通过接触器KMF或KMR与交流母线联接。接于转子侧的不可控三相整流器 U_1 将转子电压变换成直流,通过滤波电抗器L,晶闸管逆变器 U_2 和逆变变压器T将部分转差能量转换给交流电网。调节晶闸管的超前角,就可调节中间直流电压,从而改变输出转差功



静止(晶闸管变流器)串级传动原理

率,达到调速目的。与转子串电阻方式比较,串级方式调速性能较好,能获得稳定的低运行速度,在正力加减速过程具有较高的电气传动效率。其缺点是功率因数较低,对电网电压的突然降低敏感,电机需降低容量使用,颠覆力矩亦有所降低。要获得制动性能,仍需采用附加能耗制动电源装置。为了改善电气制动性能,也可将转子侧的不可控整流桥改为可控整流桥,但这将使电路和控制变得复杂。此种传动方式很少用于新建矿井的提升机。

静止变频器供电的同步电动机(或笼型异步电动机)传动 由于电力半导体变流技术和交流传动控制技术的进步,采用变频器供电的交流传动已在提升机中成功应用。与绕线转子异步电动机相比,它具有效率高、控制性能优良的优点。其优良控制性能主要得益于交流电动机矢量控制技术的发展。所谓矢量控制,是利用坐标变换把交流量控制转变为直流量控制,再把控制结果转变为物理上可实现的交流量,从而将交流电

动机的转矩分量与励磁分量的解耦,使交流电动机可像直流电动机一样进行转矩和磁通的独立控制,取得同直流电动机一样的控制性能。交流电动机在结构、效率等方面比直流电动机优越,因而,在提升机电气传动方面的应用有广阔的前景。变频传动的缺点是电控设备造价高,技术复杂,要求较高的维护水平,且存在对电网的谐波干扰等。

根据变频器类型,可分为间接变频器和直接变频器两类。间接变频器又称交直交变频器。其原理是先将电网的交流电压通过整流器转换成电压可调或电压稳定的直流电压,然后通过逆变器将直流电压变换为频率和幅值均为可调的交流电压,供给交流电动机进行变压及变频的联合调节。直接变频器又称交交变频器或周波变换器,这是一种借助工频系统的连续波形,经电子开关直接变为较低频率交流电压的一种变频器。用于大功率提升机交流传动的直接变频器通常由一些根据相位控制原理构成的可逆晶闸管整流电路组成(见提升机交交变频同步电动机传动)。

与间接变频器比较,直接变频器具有以下特点:①仅有一级能量转换,因而变频效率较高;②变频器主电路与直流可逆变流器相同,技术比较成熟;③在低频时具有较好的电压输出波形;④所使用的晶闸管数量较多;⑤输出频率较低,一般不超过 $1/3$ 工频。因而,直接变频器更为适合用于大功率、低转速的提升机电机传动。笼型异步电动机和同步电动机均可用作变频传动系统的提升电动机,两者相比较,前者的优点在于:①转子结构简单;②没有滑环和电刷,维护工作量最少;③不需磁场变流器,电控设备简单;④可在停车期间连续产生 100% 额定力矩。采用同步电动机的优点是:①从电网吸取的无功功率较小,变频器本身的容量较小;②可通过强迫励磁的方法产生短时较大过载力矩来满足调绳等要求较大输出转矩的工艺要求;③容许较大的定子—转子气隙,有利于把悬臂式电机转子与提升机滚筒主轴直联。90年代以来,中国已有数台直接变频器供电同步电动机传动提升机投入运行。

(曾 涛)

tishengji raioxianzhuansi yibudiandongji
chuandianzu chuandong

提升机绕线转子异步电动机串电阻传动

(winder wound rotor induction motor drive controlled by variable resistance)

通过改变异步电动机绕线转子回路中用于消耗转差功率的串联电阻来实现电动机的转速调节的提升机交流电气传

动。该传动系统中,电控设备主要由交流母线供电设备,转子串联电阻和以继电器、接触器、主令电器等低压电器组成。传动系统分转子串联电阻为液体电阻器和金属电阻两种。金属电阻的控制可用手动控制器或接触器。后者又可分为不带辅助设备的传动系统和各种带辅助设备的传动系统。中国煤矿,对于各种小型提升机,选用液体电阻器或手动控制器控制金属电阻,对于大、中容量提升机和提升任务繁重的小型提升机,选用接触器控制金属电阻。

转子串联电阻为液体电阻器传动系统 液体电阻器常与油浸可逆控制器配套使用,两者由机械连杆连接,操纵油浸控制器手柄即可调节液体电阻值的大小,从而平滑地改变电动机的输出力矩。国外常用伺服机构带动升降杆进行阻值调节,功率较大。液体电阻器一般是用水加火碱制成,为保证在长期运行时使液体温度维持在一定范围,还设有冷却水系统。

转子串联电阻为金属电阻的传动系统

手动控制器控制金属电阻传动系统 采用鼓形控制器或凸轮控制器,使定子按要求相序接入低压电网,并能手动调节转子串联金属电阻的传动系统。为了使用较少的接点获得较好的调速性能,常采用转子电阻不对称切除原则。但也由此产生力矩和电流的脉动现象,对电网造成不利影响。由于加减速过程的控制完全依赖司机的操作经验,控制精度较差,操作也不方便。

接触器控制金属电阻传动系统 在异步电动机绕线转子回路中串接若干段金属电阻,它们由设在转子接触器柜(屏)上的接触器进行切换。而设在其它控制柜(屏、台)上的继电器、主令电器等根据加减速及转速调节的要求,对转子接触器进行顺序控制。定子则是经换向接触器接至交流母线。为了改善控制性能,也常采用带低频电源、能耗制动电源和微机等辅助设备的传动系统。对于大容量提升机,还可使用双机传动。

(1) 不带辅助设备的传动系统 其主回路和电动机机械特性如下页图 1 所示。图中 KMF 和 KMR 分别代表定子正、反转接触器触头, $KM_1 \sim KM_6$ 代表转子接触器触头。起动时 KMF 或 KMR 接通,而 $KM_1 \sim KM_6$ 断开,电机工作在带有全部转子附加电阻的机械特性 1 (下页图 1b) 上,此时电动机的出力不足以使带有较大负载的滚筒加速,仅起张紧钢丝绳和消除齿轮间隙的作用。当 KM_1 闭合,切除第一段电阻,电机工作在机械特性 2 (下页图 1b) 上,提升机开始加速。为维持必要的加速力矩,需依次适时地闭合 $KM_2 \sim KM_6$ 。为了使得负载在一定范围变化时,加速度或加速力矩仍能保持在合理范围内,缠绕式提升机采用以电流为主附加时间校正原则切除电阻,摩擦提升机采用

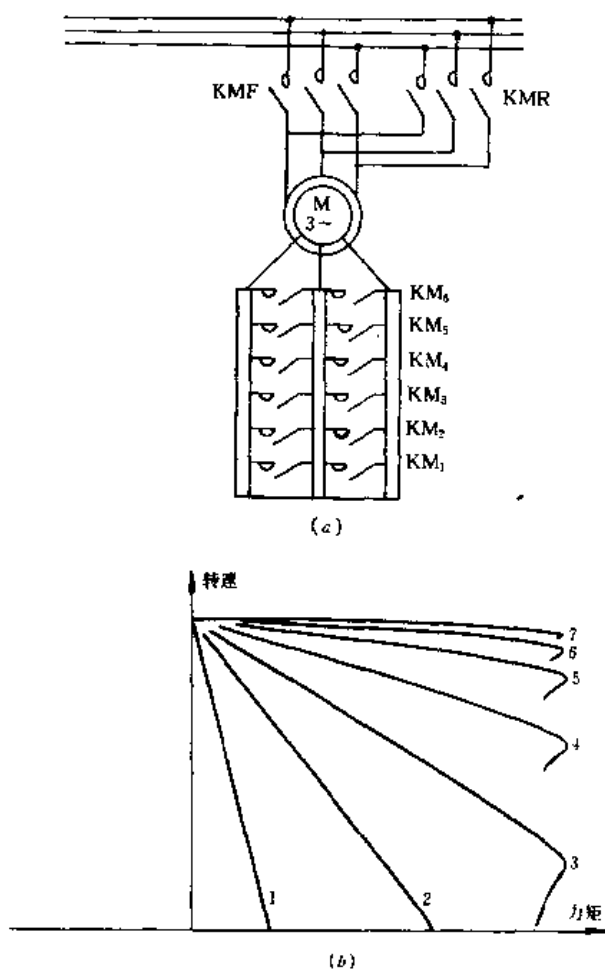


图1 不带辅助设备的传动系统
a—主回路；b—机械特性

电流时间平行原则切除电阻，以实现起动过程的半自动控制。当负载变化很大时，需采用主令控制手柄接点进行电阻切换的人工干预。加速终了时，提升速度稳定在全部转子附加电阻切除的自然特性7(图1b)和负载力矩的交点上。

当提升容器达到减速点时，可根据需要选取以下3种减速方式：①接入转子附加电阻的电动减速；该方式有控制死区，不易实现闭环调节；②定子从工频电源断开的自由滑行减速；该方式最简单，但要随着负载的变化调整减速点；③施加机械闸减速。该方式将带有闸瓦磨损严重等缺点。由于方式①和②控制精度差，常常需要配合使用方式③或交替使用3种方法进行控制。

当提升速度降至0.5m/s左右时，开始进入低速爬行段：如需电机发出电动力，可使它在机械特性1或2之间交替运行，必要时需将电源断开或配合施加机械闸进行控制。然而，要维持爬行速度的稳定是很困难的。由于不能在同步转速以下产生经济有效的制动力

和难以实现稳定低速爬行，此种传动方式一般只适用于容量较小或提升工艺简单的提升系统。

(2) 带低频电源设备的传动系统 其主回路和电动机机械特性如图2所示。

电机定子可通过接触器接点KMF或KMR接入工频交流母线，亦可通过接触器KML接到低频电源。当接入工频电源时，其工作原理与不带辅助设备的传动系统一样，减速开始时，若需要电机发出制动力，则电机定子转接至低频电源。此时低频电源的相序应与原接入工频一致。开始，电机运行在转子具有较大附加电阻的低频发电制动特性10(图2b)上。为了产生有效的制动力，需随着速度的降低，切除转子相应附加电阻。制动力矩可随低频电压大小而变化，这种调节作用是通过手动或利用速度闭环来进行，以实现减速过程的控制或自动控制。当提升机转速接近低频同步转速时，切除全部转子附加电阻，电机工作在低频自然特性曲线13(图2b)上，并由此从减速过程平稳地过渡到

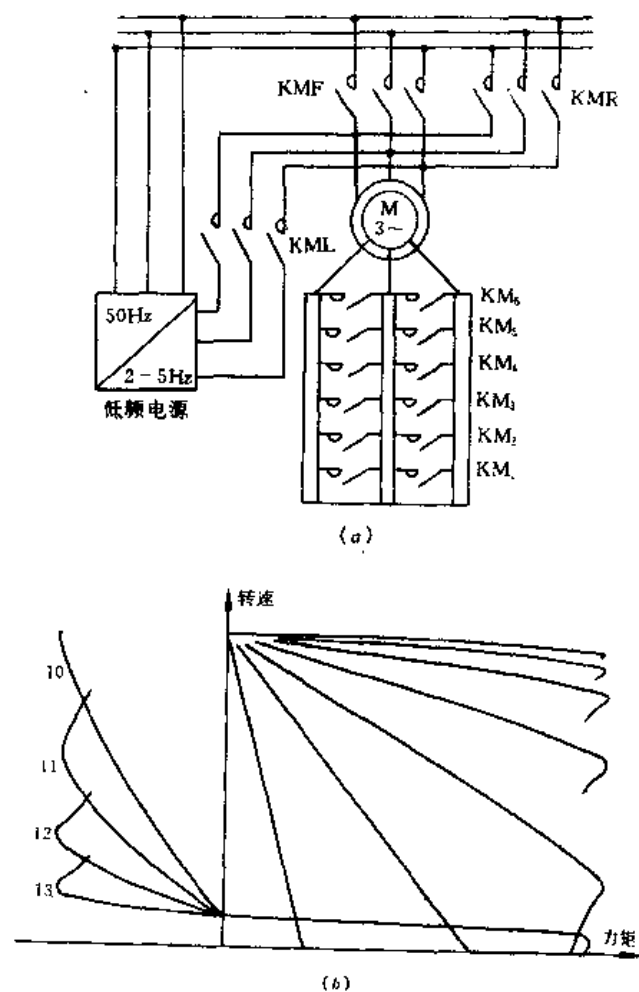


图2 带低频电源设备的传动系统
a—主回路；b—机械特性

爬行阶段。由于低频自然特性曲线比较硬,因而可以获得稳定的爬行速度。爬行速度主要取决于低频电源的频率(通常为 $2\sim 5\text{Hz}$)。由于采用低频供电,爬行段能量损耗较小。目前,低频电源设备主要是晶闸管直接变频器 and 低频机组。

(3) 带能耗制动电源设备的传动系统 能耗制动,亦称动力制动。它是将运行的电动机定子从电网断开,并接到制动用的直流电源上而得到励磁,从而将电动机改作发电机运行,消耗系统能量于转子电阻中的制动方式。

该传动方式的主回路及电动机机械特性如图3所示。当需要发出制动力时,接触器接点KMF和KMR断开,KMD接通,电机定子与直流电源连接。为产生有效的制动力矩,需依转速大小适时地调节转子串联电阻,并通过变化直流励磁电压来调节制动转矩。通常可利用速度闭环进行连续调节,实现减速自动控制。

与带低频电源设备的传动系统一样,使用能耗制

动改善了绕线转子异步电动机传动系统的制动性能。能耗制动直流电源设备较简单,应用较为普遍,但它不能改善需要电机发出电动力时的低速稳定运行性能。有时需与微机传动系统配合使用,以弥补其不足。

目前已使用晶闸管变流器取代直流发电机组作为能耗制动直流电源。

(4) 带微机的传动系统 当提升机速度降至爬行速度时,提升主传动电动机从电源脱开,此时另一台通常称为微机的小容量异步电动机通过气囊离合器和减速机构与主传动电动机主轴联成一体,带动提升机低速运转。微机的额定速度只相当于爬行速度,因而其功率也仅为提升电动机的十几分之一。由于它工作在较硬的自然特性曲线上,故可获得稳定的爬行速度,且具有较高的运行效率。该传动方式的缺点是:①正常加减速过程中,微机不能参与作用;②若要产生电气制动力,则需再附加能耗制动电源设备;③微机占据空间而积较大;④需要附加压缩空气能源用于操作气囊离合器。

(5) 双电动机传动系统 受定子和转子接触器容量限制,目前中国制造的转子串金属电阻异步电动机传动系统电控设备单机容量仅为 1000kW 左右。为了扩大这种传动系统的应用范围,可以使用两台绕线转子异步电动机。通常两台电动机功率相同,通过共同的减速齿轮箱与提升机主轴相联,使两台电动机以相同转速运行。

各种用于单机传动的辅助设备均可以在双机传动系统中应用。如果两台电机采用同步控制方式,即它们同时工作在电动状态或电气制动状态,大致均匀负担载荷,则其工作性能与单机相同。若它们各自工作在不同象限,例如一台在电动状态下运行,另一台在能耗制动或低频发电制动状态下运行,则其合成机械特性有较大硬度,允许电动机在全部速度调节范围内实际电动和制动运行之间的平稳转换,改善控制性能。该传动方式的主要缺点是主回路触点较多,需要的辅助设备较多,从而增加了维修工作量。

(曹 涛)

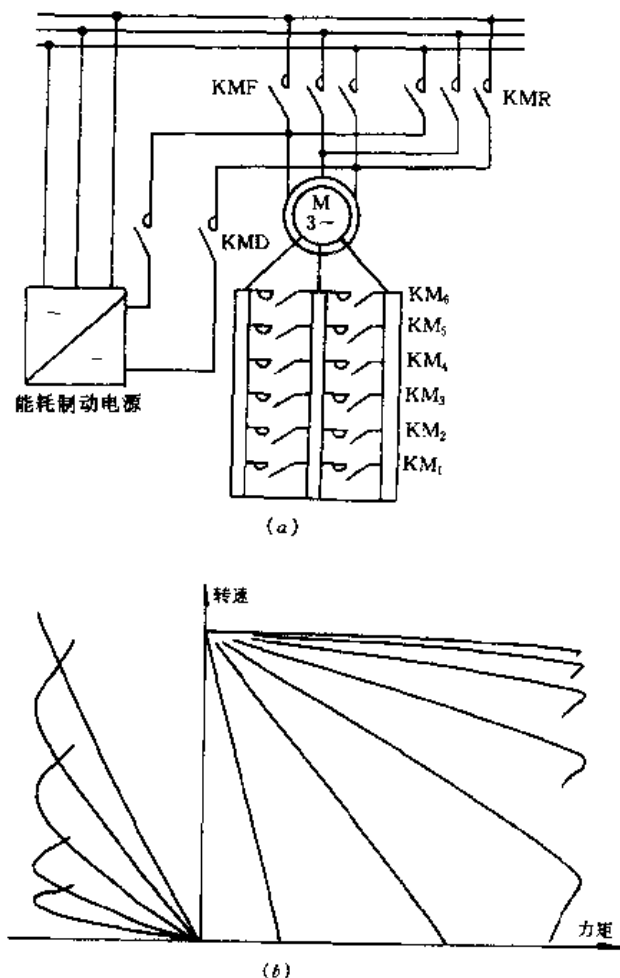


图3 带能耗制动电源设备的传动系统
a—主回路; b—机械特性

tisheng xinhao xitong

提升信号系统 (hoist signalling system)

提升系统各水平之间及各水平与提升机房间传递操作指令的信号系统,它由发送、传递、接收、转换、闭锁及声光显示等电气和机械装置组成。

分类 按信号发送功能,可分为工作信号、检修信号、事故信号3类。

(1) 工作信号为提升正常工作的信号,有自动发送



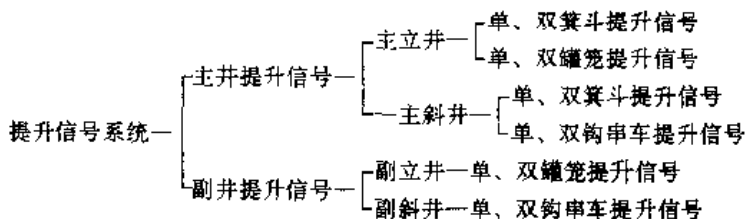
信号及手动发送信号两种方式,后者又可分为直发信号及转发信号。直发信号是各水平和井口信号工直接发给提升机房的工作信号,适用于下列情况:①箕斗提升(不包括带乘人间的箕斗的人员提升);②单容器提升;③井上下信号联锁的自动化提升系统。转发信号是各水平信号工通过井口信号工转发给提升机房的工作

信号。

(2) 检修信号是检修井筒或检查钢丝绳时发送的慢上慢下信号。

(3) 事故信号是在事故发生时发送的紧急信号。

按信号处理对象,提升信号系统分为主井提升信号与副井提升信号两大类,列表如下:



其中,常用的有箕斗、罐笼及串车3类提升信号系统。

(1) 箕斗提升信号系统 主井用作提升煤炭,其生产工艺可为自动定重装卸载方式,与其相适应的提升信号为自动信号系统并能手动发送。信号直接发送到提升机房,并能在装卸载点发出停车信号。装卸载各部分的执行元件与信号装置有闭锁关系。

(2) 罐笼提升信号系统 罐笼提升的工作采用由井口信号工转发方式,当井口信号工收到井下信号工发来的信号,且井口操车设备及安全门均已到位时,即可向提升机房发送信号。发送信号时使用按钮或拉动开关,接收信号必须声光兼备,开车信号还有灯光保留。紧急停车信号应直发提升机房。单罐笼提升信号可由各水平直接发至提升机房。对于兼作升降人员及物料的罐笼提升,还应有区分升降人员和物料的保留信号,且保留到提升任务完了。

(3) 串车提升信号系统 双钩提升采用井口信号工转发方式,单钩提升可直发。提升信号装置由信号灯、电笛、铃、拉动开关等组成。在有人车上下的斜井,车上还设有可随时发送信号的装置。开车信号除有音响外,还需灯光保留,直至发出停车信号时才消除。

信号系统必须满足:①信号电源可靠,升降人员和主要井口提升机信号装置的直接供电线路上,不应分接其他负荷。②电气信号应该声光兼备,警告信号必须为音响信号,状态指示可以是模拟指示或灯光指示,发信号地点应带保留的复示信号。③信号系统与提升机控制系统应有闭锁关系,即未发出开车信号,提升机不能起动。多层罐笼提升的立井,井下各水平的信号工收齐该水平各层的信号后,方可向井口发出信号。井口信号工收齐井下各水平及井口各层信号后,方可向提升机房发执行信号。各层的信号应有当安全门未关闭或

摇台、罐座未打开时发不出信号的闭锁装置。④应设置井筒检修和钢丝绳检修信号,在井筒或钢丝绳检修的整个时期内,检修人员均能向司机发出开、停车信号,发送此种信号的装置可以有线的或无线电发送装置。⑤信号系统应有区别多水平或多种提升任务的指示信号,并有相互间的闭锁装置。

传统的提升信号系统多由灯、铃、开关、按钮及有接点的继电器组成。随着电子技术的发展,提升信号采用了微处理机构成的信号系统,相应的信号设备也趋于小型化,具有更完善的闭锁关系,可减少电缆芯数,且易于实现记忆功能。

(傅广琴)

tishengji zhiliu diandongji chuandong

提升机直流电动机传动 (winder D·C electric motor drive)

采用直流电动机及其电控设备拖动和控制提升机,使其按规定速度图运行的提升机电机传动。提升机的直流电动机传动与绕线转子异步电动机传动相比,其调速性能好、调速范围宽、电耗小、易于实现自动化;起动、制动性能良好,适用于调速性能要求较高的提升机。但直流电动机结构复杂,价格较高,维修麻烦。

提升机直流传动系统的电源设备有发电机—电动机组,可控汞弧整流器和晶闸管变流装置等形式。发电机—电动机组传动是20世纪初出现的,它性能好,可靠性高,技术相对简单,至今仍广泛使用。可控汞弧整流器20世纪30年代开始出现,到20世纪50年代曾有一定规模的发展,其效率高,动态性能好,但易损坏且水银蒸气对人体有一定危害。1958年世界出现了第一只晶闸管,它具有体积小,响应快,工作可靠等一系列优点,其快速响应性可达毫秒级(机组为秒级)。因

此晶闸管变流技术获得飞速发展,现已广泛应用于矿井提升直流电力传动。

直流发电机—电动机组传动 由直流发电机向直流电动机供电的提升机传动系统,简称 G—M 机组(又称 F—D 机组)系统。其速度的改变是依赖发电机电压改变实现的,避免了调速时的能量损耗,制动时又可通过发电机将提升系统贮存的能量回馈电网,因此, G—M 机组有良好的经济性,性能上具有调速平滑、范围宽的特点。

G—M 机组系统的开环机械特性为一直线。

$$n = \frac{E_G}{C_e \phi} - \frac{\Sigma R}{C_e C_m \phi^2} M = n_0 - \Delta n \quad (1)$$

式中 E_G 为发电机电势; ΣR 为主回路总电阻; C_e 为电势常数; C_m 为转矩常数; n_0 为电动机理想空载转速; Δn 为与电动机转矩 M 对应的速度降落; ϕ 为每极磁通量; M 为电动机转矩。

$\Delta n = \frac{\Sigma R}{C_e C_m \phi^2} M$ 为系统开环时的速度降落。

如果系统为带速度反馈的闭环结构,则闭环时的速度降落可由下式表示:

$$\Delta n' = \frac{1}{1+K_0} \Delta n \quad (2)$$

式中 K_0 为系统的开环放大系数。

改变直流发电机励磁电流即可改变直流电动机的端电压,从而得到一组平行的机械特性曲线。平滑地调节电动机端电压可以平稳地调节提升机速度。对发电机励磁绕组的控制可以采用励磁机,但更多的是采用磁放大器与电机扩大机配合的方式或晶闸管励磁装

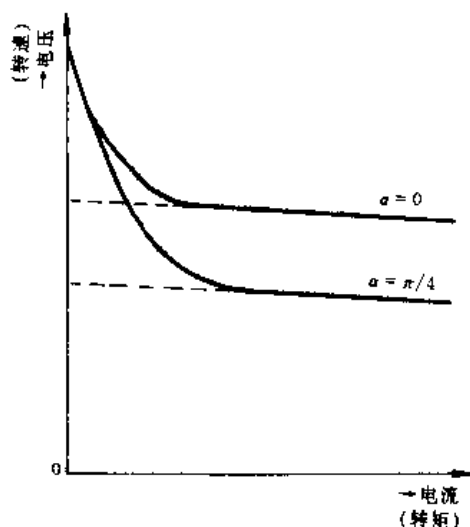


图2 晶闸管变流器供电系统机械特性

置。G—M 机组传动系统如图 1 所示。

提升机由直流电动机 M 拖动, M 由直流发电机 G 供电, G 由交流异步电动机或同步电动机拖动。通过电机扩大机控制 G 的磁场励磁电流大小和方向,以改变提升机的速度和旋转方向。给定积分装置用于给定提升机运行速度,磁放大器的功能是根据给定速度和速度反馈的比较信号,对电机扩大机进行控制和调节。磁放大器还有电流截止绕组、电压反馈绕组、微分反馈绕组和稳定绕组等,用于电枢电流限幅,可减少剩磁,提高快速性和使系统稳定等。

晶闸管变流器供电的直流电动机传动 由晶闸管变流装置向直流电动机供电的提升机传动系统。采用

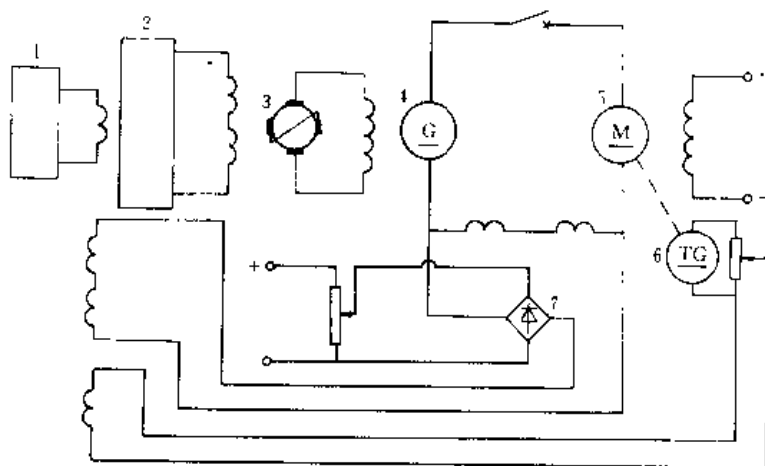


图1 G—M 机组传动系统简图

- 1—给定积分装置; 2—磁放大器; 3—电机扩大机;
4—直流发电机 G; 5—直流电动机 M;
6—测速发电机 TG; 7—电流截止环节

晶闸管供电的直流调速系统,可以得到和 G—M 机组类似的调速特性。其机械特性在电流连续区为硬特性,改变控制角 α 时机械特性也是一组平行的直线;在电流断续区为非线性软特性。机械特性曲线如图 2 所示。

晶闸管变流器可逆调速系统有电枢反向和磁场反向两种。按反向控制方式又分为有环流和无环流控制。电枢反向的特点是电枢回路电感小,反向快速性好,但需要设两套反并联连接的电枢整流器可逆整流装置,投资较大。磁场反向的特点是磁场回路电感大,反向过程较长,调节系统较复杂,但磁场容量较小,一般只占电动机总功率的 5% 左右,采用磁场反向方式投资少。由于磁场反向的快速性基本能满足提升机的工艺要求,故目前主要是采用磁场反向方式。

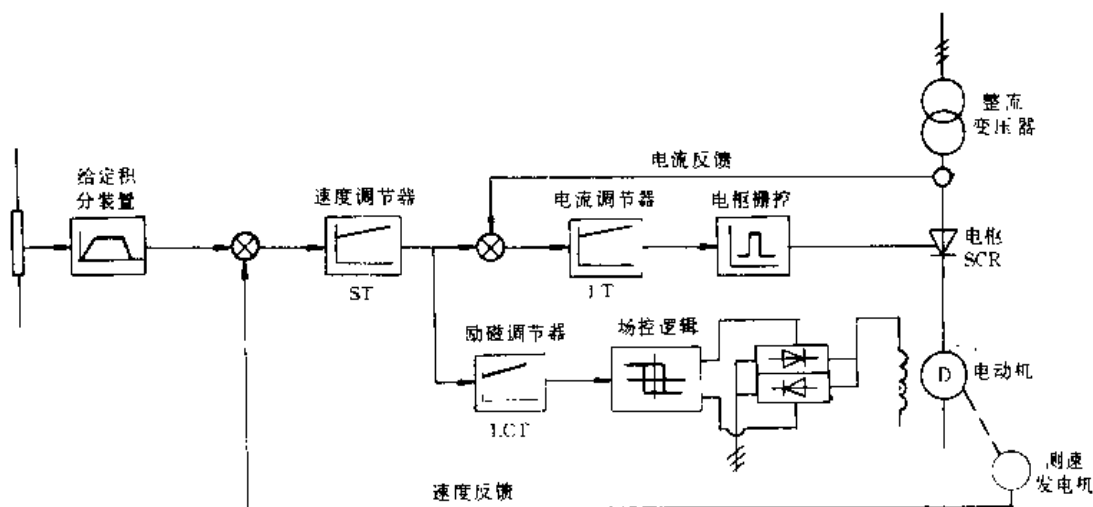


图3 磁场反向晶闸管供电直流传动系统结构简图

随着大功率晶闸管制造技术的进步,成本下降,电枢反向的提升机直流调速系统有扩大使用的趋势。磁场反向晶闸管供电直流传动系统结构如图3所示。

在提升机晶闸管供电直流传动系统里,电枢整流桥常用6脉动或6/12脉动顺序控制和12脉动电路。12脉动以上的整流电路适用于功率大,对谐波限制较严格的情况,在提升机上很少采用。6脉动顺序控制比6脉动电路在起动过程中无功消耗小,可以提高功率因数,但在抑制谐波对电网影响方面未得到改善。12脉动与6脉动电路相比其谐波对电网的影响大为减少,但功率因数改善不显著。

晶闸管变流器的输出电压和电流波形与G—M机组的输出不同,它是一种脉动直流电,其波形品质用波形系数表示。波形系数为有效值与平均值之比。脉动

的直流电压和电流可使电动机换向恶化、损耗增加、温度增高,还可能使电机产生振动和噪声。这就要求电动机和晶闸管变流器的系统设计中采取必要的技术措施限制脉动幅值。

提升机晶闸管变流器直流传动系统的电控设备主要包括晶闸管变流器主回路和控制回路,后者包括操作、故障检测、保护、安全电路、闸控和保证提升机按规定速度图运行的控制和调节部分。

直流电动机电枢回路采用电流、速度双闭环控制。速度调节器和电流调节器一般采用比例积分调节器。系统中电动机为积分环节,其他均为大、小不等的惯性环节。各环节的传递函数(输出与输入复变量之比)及调节系统如图4所示。

P 为拉氏算子; K_s 、 K_L 为速度、电流调节器比例

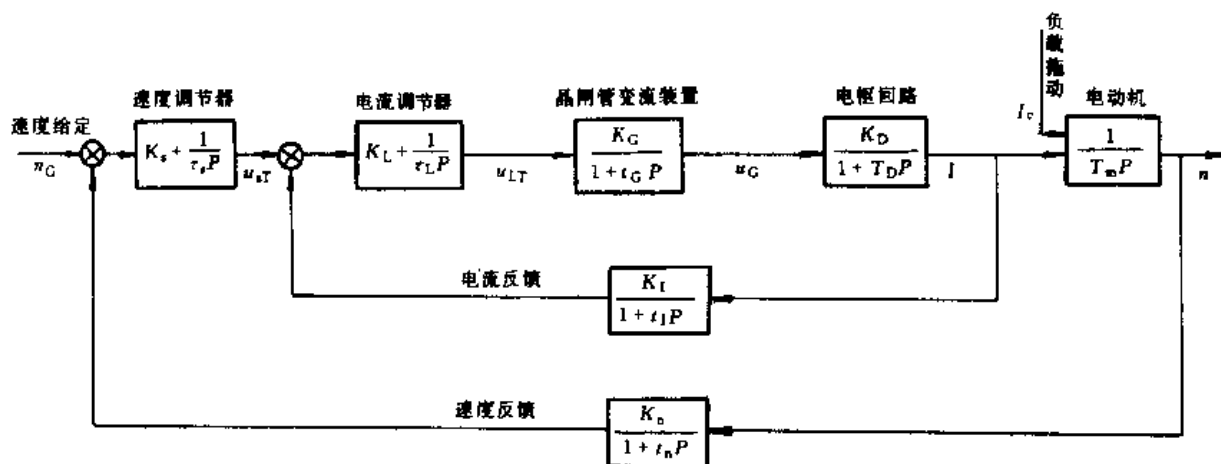


图4 提升机调节系统传递函数简图



放大系数; τ_v 、 τ_i 为速度、电流调节器积分时间常数; K_G 、 K_D 、 K_I 、 K_a 为晶闸管变流装置、电枢回路、电流反馈回路、速度反馈回路各惯性环节的放大系数; t_G 、 T_D 、 t_i 、 t_n 为晶闸管变流装置、电枢回路、电流反馈回路、速度反馈回路各惯性环节的时间常数; T_m 为机电时间常数。

由于晶闸管变流器的非线性特性,使其交流侧相电流中包含了大量谐波,造成“电力公害”。因此,必要时需增设滤波装置。

直流晶闸管调速系统的最新发展有:高电压、大电流晶闸管的制造技术,更大地提高了单位体积的容量,缩小装置体积,采用模块化的功率组件,既可减小体积、简化系统,又便于安装、维修。不断改善晶闸管变流装置的功率因数和减小对电网的高次谐波影响,新型滤波及动态补偿电路的研制和采用也为晶闸管传动的发展提供了条件。近年来随着电子技术的发展,直流晶闸管调速系统的性能不断提高,并向大容量、高精度、快速响应的方向发展。70年代微型计算机问世以来,微机电控系统实现了全数字化控制,精度高、动态性能好,具有状态监视和故障诊断功能;便于安装调试和运行维护;具有高度灵活性,可根据变化了的条件,在不更换硬件的情况下,通过修改软件,调整系统的控制功能。硬件接线大幅度减少,系统的可靠性大为提高。采用数字行程控制还可提高位置控制精度,实现无爬行段运行。

参考书目

杨兴瑶编著,《电动机调速的原理及系统》,水利电力出版社,1979年8月。

A. B. 金克里等著,陈肇庆译,《矿井提升可控硅电力拖动》,煤炭工业出版社,1985年。

(陈永宽)

tishengji zhidongxitong

提升机制动系统 (brake system for winder)

以机械摩擦方式对提升机施加制动力,参与调速和实现停车的装置。制动系统由制动器及制动控制装置组成。制动器是利用机械摩擦作用,在卷筒或摩擦轮上产生制动力矩的制动执行机构。正常工作时参与提升机运行速度的调节,停车和事故状态下及时、安全地闸住提升机。制动控制装置则是控制制动器实施工作制动和安全制动的机构。

对提升机制动系统制动性能的评判主要取决于:制动力矩值及其调节特性;安全制动的平稳性、可靠性、可调性及快速性等因素。制动分为工作制动和安全制动。

(1)工作制动 提升机正常运行过程中,为达到控制提升机运行速度、停车而实施的制动。

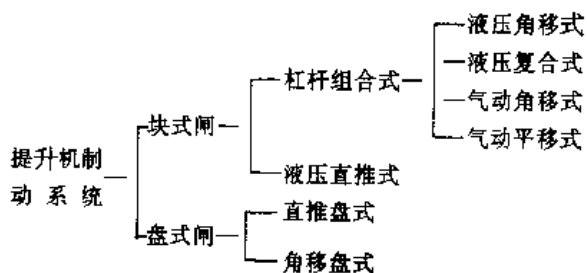
(2)安全制动 又称紧急制动。提升机运行过程中因出现不安全运行状态而采取的紧急停车。安全制动时,由保护回路断电起到闸块或闸瓦与制动盘或制动轮接触止所经历时间称制动空行程时间。安全制动的品质主要取决于快速性(指能及时停车)及平稳可靠性。(指能减少冲击),避免可能引起的对乘坐人员的伤害及摩擦式提升机的提升钢丝绳打滑。为提高安全制动的平稳性,在安全制动时采用恒制动力二级安全制动或恒减速安全制动方式。

a. 恒制动力二级安全制动 将安全制动时的最大制动力矩值分为二级,按程序施加到提升机上。它动作快速,制动减速度可控制在允许范围内,制动平稳。

b. 恒减速安全制动 制动减速度不受实际负载变化影响而保持恒定值的安全制动。在制动系统中设有制动力矩自动调节环节,通过对实际减速度的监测并与预定值比较后,将偏差信号输入制动力矩自动调节环节,直到实际减速度与预定值一致为止。这是安全制动中品质较好的方式,但结构复杂、成本高,主要用于提升负载变化后制动减速度值会导致提升钢丝绳在摩擦轮上打滑的工况。

早期的矿井提升机,提升能力小,制动系统简单,甚至利用人力作为制动力源,随后发展了液压、气动等块式闸杠杆组合制动系统。20世纪50年代,瑞典开始研制在提升机上应用液压盘式闸制动系统,经不断完善和提高,已在各国制造的提升机上普遍应用。

提升机制动系统按制动器结构型式及相应的控制装置分为:



块式闸制动系统 制动对偶是闸衬和闸轮,闸衬呈瓦形,向闸轮施加径向制动正压力。它由径向作用式制动器及液压或气动控制装置两部分组成。

杠杆组合式块闸制动系统 由传动杠杆、制动梁、瓦形闸衬等组成。按闸块移动形式分平移式、角移式、复合式。重锤或螺旋弹簧为制动力源,利用压力油或压缩空气调控制动杠杆动作,实现工作制动和安全制动(下页图1)。

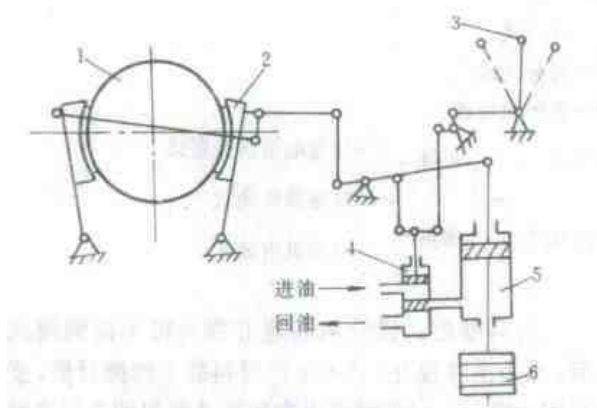


图1 角移式块闸移动系统

1—闸轮；2—制动器；3—制动手把；
4—调节阀；5—油缸；6—重锤

此系统结构复杂，杠杆铰接点多且呈单线制动，安全可靠性差，制动效率低，调控灵敏度差，已逐渐被盘式闸制动系统代替。

液压直推式块式闸制动系统 不通过杠杆系统传动，直接将闸瓦推向制动轮上的块式闸制动系统。碟形弹簧为制动力源，用压力油调控制动力，为多线式制动系统，安全性、可靠性好。制动控制装置是压力调节式液压站，制动力调节灵敏度高，易实现恒制动力二级安

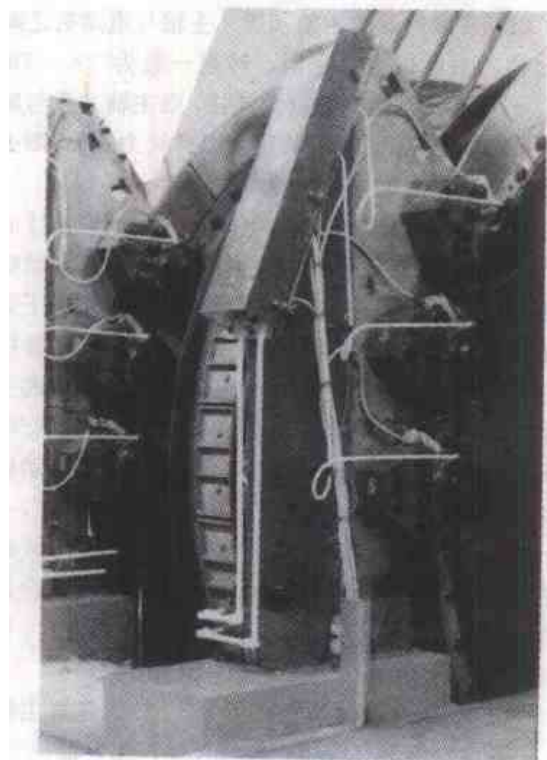


图2 盘式制动器外形

全制动或恒减速安全制动。

盘式闸制动系统 制动对偶是圆形平盘式闸衬与闸盘，制动器向闸盘施加轴向制动正压力。制动控制装置由液压站及液压控制系统组成。按结构分为直推盘式闸制动系统和杠杆盘式闸制动系统。

直推盘式闸制动系统 不通过杠杆等中间传动构件，直接将轴向制动力施加到闸盘上，由盘式制动器和液压站两部分组成。碟形弹簧为制动力源，制动力由油压调节。它易于实现恒制动力二级安全制动或恒减速安全制动，对摩擦式提升机的安全运行尤为有利。

盘式制动器是直推盘式闸制动系统中的制动执行机构，必须成对布置在闸盘两侧同一轴线上，一台提升机使用多对盘式制动器，呈多线制动，安全性高，故障少，惯量小且动作迅速。中国已制造了每对正压力为300kN的盘式制动器（图2）。

液压站提供压力油控制盘式制动器实施工作制动和安全制动。

中国制造的直推盘式闸制动系统工作油压为14MPa和6.3MPa两种。德国已制造了工作油压为21MPa的直推盘式闸制动系统。

角移盘式闸制动系统 制动对偶是圆形平盘式闸衬与闸盘。制动器分布于闸盘两侧，制动力源是重锤或螺旋弹簧，通过角移式杠杆、制动梁、铰接点等将轴向制动力施加到闸盘上。由压缩空气调控制动杠杆动作从而调节制动力，其安全性、快速性、制动力调节灵敏度等均低于直推盘式闸制动系统。

（蒋肇表）

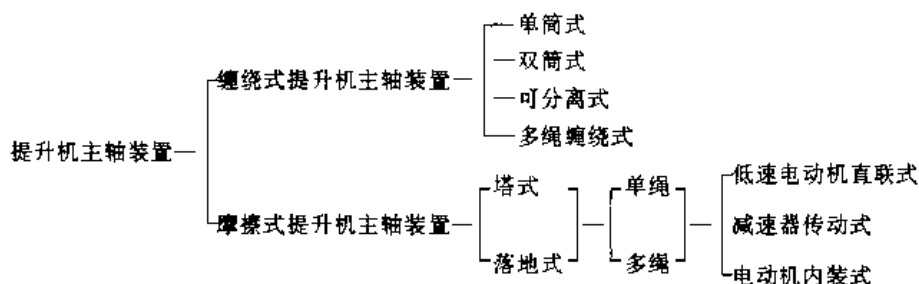
tishengji zhu zhoushuangzhi

提升机主轴装置 (main shaft unit for win-der) 承载提升钢丝绳负荷并牵引提升钢丝绳实现容器上下运动的工作机构。提升机利用主轴装置正、反向转动，实现容器的升降。

技术参数 主轴装置是提升机的主要承力部件。对于摩擦式提升机，主要技术参数：钢丝绳静张力、钢丝绳静张力差、摩擦轮直径、钢丝绳根数及绳间距。对于缠绕式提升机，主要技术参数是：钢丝绳静张力、钢丝绳静张力差、卷筒直径、宽度、数量，钢丝绳缠绕层数。至1992年，中国制造的提升机主轴装置最大的钢丝绳静张力为920kN；最大的钢丝绳静张力差为215kN；最大卷筒直径7.6m；最大摩擦轮直径5m；钢丝绳最多根数为6。

分类 按提升机类别、工况，主轴装置分类如下（见下页上）：

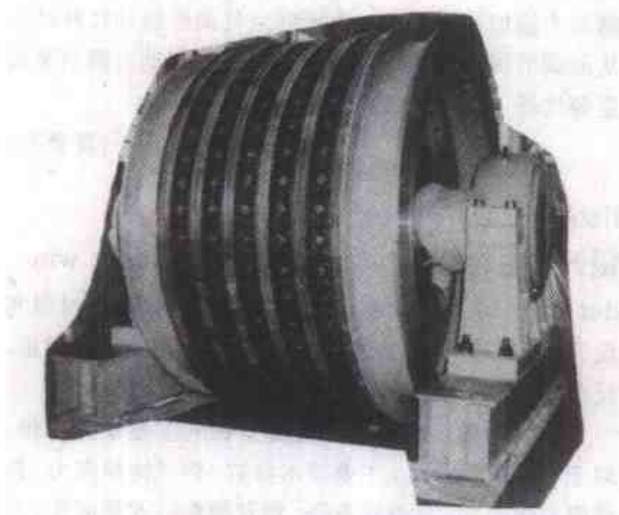
摩擦式提升机主轴装置 承载钢丝绳负荷，依靠



摩擦力实现牵引钢丝绳的主轴装置。提升钢丝绳可用单根或多根。多根钢丝绳安全性好,可以使用小直径钢丝绳,减小了摩擦轮直径及其转动惯量。但要增设钢丝绳平衡装置,增加维护工作量等。

摩擦式提升机主轴装置按安装位置不同,分为塔式摩擦提升机主轴装置和落地式摩擦提升机主轴装置。

(1) 塔式摩擦提升机主轴装置 提升机安装在井塔上,提升钢丝绳搭挂在摩擦轮的衬垫上,分两侧向下悬垂。主轴装置由摩擦轮、衬垫、主轴、闸盘、轴承、轴承座等件组成。摩擦轮大多为整体焊接结构,当摩擦轮尺寸太大不易运输时,采用剖分式摩擦轮。主轴由优质锻钢经热处理后加工而成。轴承有滚动和滑动两种型式,前者外形尺寸小,维护简单但不易更换,后者外形尺寸大,维护复杂但更换方便(见下图)。



塔式摩擦提升机主轴装置外形

(2) 落地式摩擦提升机主轴装置 提升机安装在地面,提升钢丝绳搭绕在摩擦轮上,从其两侧通过装在井架上的天轮垂入井筒。主轴装置的钢丝绳可为单根或多根,至1992年,德国用到6根,中国用到4根。这种主轴装置的组成与塔式摩擦提升机主轴装置相似,只是因外载荷对主轴装置作用力方向不同,结构和尺寸略异。

若需摩擦式提升机在建井期间按单筒缠绕式使用,作为凿井提升,转入生产时再装上摩擦衬垫,变为摩擦式提升,则可制成生产和凿井兼用的专用主轴装置。既避免了提升机的二次安装,又缩短建井与生产的交替时间。

无论是塔式或落地式,又均可按传动方式可分为直联式主轴装置、带减速器的主轴装置和电动机内装式主轴装置。

(1) 直联式主轴装置 主轴与电动机之间无减速器而直接联接。主电动机为低速型,转速一般为40~80r/min,主轴和电动机可由联轴器联接,或将电动机转子直接悬挂在主轴装置的主轴上。直联式的总体外形尺寸较小。一般用于电动机功率较大的提升机,初期投资虽较高,但日常运行费用低,综合技术、经济指标均比较有利。1992年中国已制造出电动机功率达3000kW的直联悬挂式主轴装置。

(2) 带减速器的主轴装置 主轴与电动机之间有减速器。主电机为高速型,转速一般为300~760r/min。若减速器与地基是刚性连接,则主轴装置与减速器之间为联轴器连接;若减速器以弹簧为基础,则主轴装置与减速器之间采用螺栓刚性连接。

(3) 内装式主轴装置 电动机与摩擦轮设计成一体,将电动机直接置于摩擦轮内的主轴装置。电动机转子装于摩擦轮内圆中,直接带动摩擦轮旋转,定子则与主轴固定在一起不转动。这种主轴装置比直联悬挂式的总体外形尺寸更小。第一台具有电动机内装式主轴装置的提升机1988年在德国Westfaleu矿业公司的Haus Aden矿投产使用,摩擦轮直径6.5m,电动机功率2200kW。

缠绕式提升机主轴装置 由卷筒(圆柱形或圆锥圆柱形)、主轴、闸盘、轴承、轴承座、调绳离合器等件组成。按卷筒数量及结构分为单筒式、双筒式、可分离式、多绳缠绕式、绞轮式等主轴装置。

(1) 单筒式主轴装置 只有一个卷筒的主轴装置。一般在卷筒上只缠绕一根钢丝绳作单容器提升,也可同时缠绕二根钢丝绳作双容器提升。

(2) 双筒式主轴装置 具有两个卷筒的主轴装



置,每个卷筒各自缠绕一根钢丝绳,缠向相反。由固定卷筒、游动卷筒、闸盘、调绳离合器、轴承、轴承座、主轴等组成。

a. 固定卷筒 与主轴间用键、高强度螺栓、铰制螺栓或过盈配合固接的卷筒。

b. 游动卷筒 通过调绳离合器与主轴连接的卷筒,当离合器脱开时卷筒可与主轴相对转动。

c. 调绳离合器 是用于调整两个提升容器相对位置的机构。

(3) 可分离式主轴装置 只有一个卷筒,但由两个可相对转动的筒体组成,其中一个筒体与主轴固定连接,另一个筒体通过调绳离合器与主轴连接。缠绕功能类似于单卷筒主轴装置,调绳功能类似于双卷筒主轴装置。这种主轴装置结构紧凑,但不能作多层缠绕。

(4) 多绳缠绕式主轴装置 卷筒具有多个隔开的分段,每一分段内缠一根钢丝绳作多层缠绕的主轴装置。用于多绳多层缠绕式提升机。多根钢丝绳同时连接在一个容器上。其余部分的结构和组成与单卷筒、双卷筒主轴装置相似。

凡用于以上缠绕式提升机的主轴装置,其卷筒外圆表面均需有钢丝绳绳槽。通常有两种刻制绳槽方式:刻于装在卷筒表面的木衬上或直接在卷筒筒壳外圆上车削出绳槽。绳槽可车成螺旋状或平行,若配上过渡块则更适于多层缠绕,使钢丝绳排列整齐,各层间平稳过渡。

(5) 绞轮式提升机主轴装置 用于叠缠扁钢丝绳的主轴装置,扁钢丝绳在绞轮上呈多层卷绕,绞轮的内槽宽度略大于钢丝绳的宽度。有单绞轮和双绞轮两种形式,前者只有一个绞轮,后者有两个绞轮,各自装在一根主轴上。双绞轮轴可设有离合机构,以便两轮同时或单独工作。绞轮式主要用于凿井提升,扁钢丝绳悬挂的吊桶在井筒中不会旋转。

(蒋肇炎)

[tisheng rongqi] fang guojuan zhuangzhi

〔提升容器〕防过卷装置 (overwind arre-

ster) 吸收过卷扬时提升容器的动能,在规定的过卷高度或过放高度内对提升容器产生缓冲制动作用的保护装置。

过卷指提升容器向上运行超过其正常停车位置的事故现象,过卷高度又称过卷距离,指为避免过卷可能造成的破坏,在确定井架高度时,留有的安全距离。过放,指提升容器向下运行超过其正常停车位置的事故现象。过放高度又称过放距离。指为避免过放时容器在井底因碰撞可能造成的破坏,井底必须留有同过卷高

度相应的安全距离。

防过卷装置具备捕捉制动、缓冲制动和阻挡3种功能:中国煤矿安全规程规定:在提升速度大于3m/s的提升系统内,必须设防撞梁和托罐装置。在过卷高度和过放高度内,必须安设楔形罐道或其他形式的缓冲装置。楔形罐道和防撞梁是目前较为常用的设施。其他还有应用钢丝绳及缓冲器等机构作为过卷过放或墩罐的保护装置,此类结构较为复杂,多用于已建矿井的改造。

楔形罐道 通常为木罐道,结构简单,具有阻挡、吸能和捕捉功能。其接触罐耳的两侧带有一定斜度,安装在井上过卷高度内及井下过放高度内。容器过卷扬时,罐耳挤压楔形罐道,将容器的动能转变为罐道挤压变形能和摩擦功,使容器缓冲制动在楔形罐道上,防止过卷容器撞击井塔(井架)设备或井下过放容器墩罐。

楔形罐道由一根或几根经防腐处理的整体木材制成,通常采用红松、水曲柳或硬柞木。总长度按过卷高度、过放高度及提升速度选取。其全长又分为导向段、楔形段、大端平直段。楔形段的长度一般为5m左右。楔形罐道的斜度一般在1:70~1:100范围内,井上的斜度大于井底。

防撞梁 为防止严重过卷时,楔形罐道或其他形式的防过卷缓冲器未能有效制动住过卷容器,致使继续运行的容器撞击提升设备,而在楔形罐道的末端设置的承撞设施。防撞梁必须具有足够的强度及刚度。一般用工字钢或组合型钢制成,梁上还装有缓冲木或缓冲橡胶垫,以减缓提升容器的撞击。

托罐装置 安设在井架(井塔)上部,防撞梁下方的一种可逆止构件,以达到能够将撞击防撞梁后再下落的容器或配重托住,并使其下落的距离不超过0.5m。托罐装置除必须具备足够的强度和刚度外,逆止也须可靠,其结构形式正处于研制试用阶段,还没有定型的构件。

(傅广琴 王荣相)

tisheng rongqi daoxiang zhuangzhi

提升容器导向装置 (conveyance guiding device)

立井提升中为提升容器导向和限制其扭转或摆动的装置。包括:罐道、固定罐道的梁或装置及罐耳。罐道为提升容器在井筒中运行时的导向装置。对提升系统的安全运行非常重要。按罐道的结构,分为刚性导向装置和柔性导向装置两大类。

刚性导向装置 由刚性罐道、罐道梁和刚性罐道罐耳组成(下页图1)。

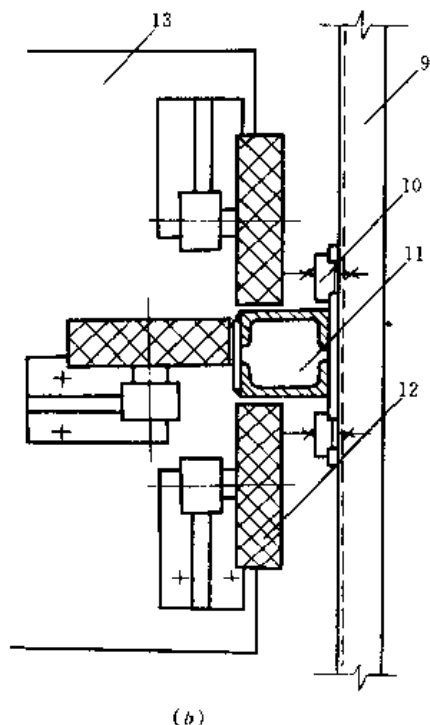
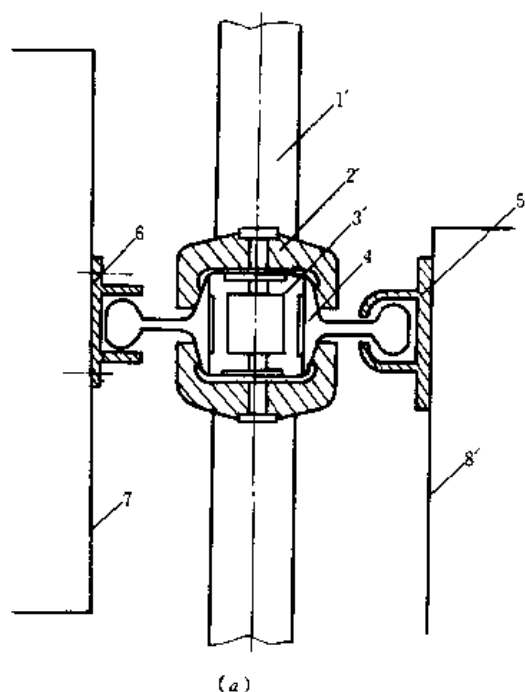


图1 刚性导向装置

- a—钢轨罐道与滑动罐耳；b—组合罐道与滚动罐耳
 1—罐道梁；2—罐道卡；3—铁卡芯；4—罐道；
 5—“C”型罐耳；6—“U”型罐耳；7、8—
 提升容器；9—罐道梁；10—压板；11—组合
 钢罐道；12—滚动罐耳；13—提升容器

刚性罐道 安装在与井壁固定的罐道梁上，有木罐道、钢轨罐道、组合钢罐道和整体轧制罐道等。按其安装位置分为单侧、双侧及端面罐道；按其用途又分为主罐道和辅助罐道。

木罐道多用果松或杉木制作，断面为矩形。在井筒中木罐道与罐道梁的固定、木罐道之间的对接均使用螺栓。木罐道结构简单、更换方便，但是强度较低，适用于提升终端荷载不大，提升速度较小的矿井。

钢轨罐道多采用大于 38kg/m 的钢轨。在井筒中钢轨罐道与罐道梁的固定，采用两个罐道卡和螺栓将罐道梁两侧的罐道对卡起来（见图 1a）。钢轨罐道之间在井筒中对接也用此法，对接位置设在罐道梁上面，既对接，又将罐道与罐道梁固定在一起，可以减少一道罐道卡。单面钢轨罐道对接或罐道梁固定是在罐道梁另一面装一节短钢轨，用罐道卡对卡。钢轨罐道强度较大，适用于提升终端荷载较大，提升速度中等的矿井。

组合钢罐道是用槽钢加扁钢或用球扁钢焊成断面为矩形或方形的空心钢罐道。在井筒中罐道与罐道梁直接用螺栓或通过压板固定（见图 1b）。因侧向抗弯和抗扭刚度大，容器运行平稳，罐耳磨损小，寿命长，用于提升速度高，一次提升量大的矿井。

整体轧制罐道为轧制的矩形或方形断面空心钢罐道，分方管形和开口形两种。由组合钢罐道演变而来，结构与组合钢罐道类似，性能更好。替代组合钢罐道可以节省钢材和加工费用，加快施工进度。

辅助罐道有可伸缩罐道和稳罐罐道。可伸缩罐道是为端面布置的罐道在中间水平需进出车时而设（下页图 2）。当其活动罐道需要伸出时，连杆带动活动罐道向下移动，活动罐道的尖部插入下面固定锥形槽时停住，连杆继续下移，与其相连接的楔块向内推挤斜铁，使两半活动罐道向两侧移动，宽度达到与固定罐道等宽，提升容器便可沿活动罐道运行。活动罐道缩入上部固定罐道后，便可进出车。伸缩罐道的连杆由液压动力控制。稳罐罐道是为防止进出车时冲击引起罐笼晃动而在停罐处设的辅助罐道。稳罐罐道一般由型钢组成，安装在容器外侧的内套架上。

罐道梁 沿井筒每隔一定距离为支撑罐道而设的水平梁。煤矿常采用热轧工字钢或槽钢作罐道梁。采用槽钢组合或矩形断面空心型钢作罐道梁，其侧向抗弯能力可提高数倍，能承受更大的水平动载荷。罐道梁与井壁的固定有埋入式和树脂锚杆式两种。埋入式是将罐道梁端头深入井壁的梁窝内，再用混凝土固定在井壁上，这种作法容易造成井壁漏水。中国煤矿从 70 年代开始采用树脂锚杆固定罐道梁，即先用树脂锚杆把

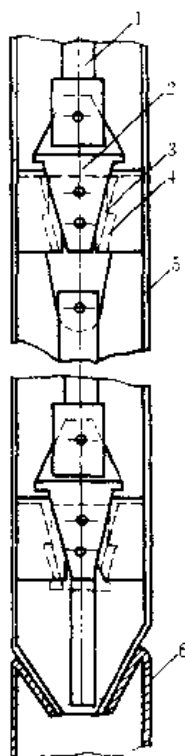


图2 可伸缩罐道

1—连杆；2—楔块；3—斜铁；
4—斜块；5—活动罐道；6—锥形槽

托架固定在井壁上，再将罐道梁固定在托架上，既保持了井壁的完整性，又为以后更换罐道梁提供了方便。罐道和罐道梁安装应进行防腐处理，方法有涂刷防腐蚀涂料、耐腐蚀金属镀层或喷涂等，以延长使用寿命。

罐耳 装在提升容器上的导向部件，有滑动罐耳和滚轮罐耳两种类型。滑动罐耳按其断面形状又可分为“[”型和“C”型两种型式（见上页图1a）。“[”型罐耳适用于两侧布置的罐道；“C”型罐耳适用于单侧布置的钢轨罐道。滑动罐耳用螺栓固定在提升容器上，结构简单、更换方便。为减少罐耳和罐道磨损，采用铸铜或在铸钢罐耳内镶铜衬。滚轮罐耳有用于钢轨罐道和用于矩形断面罐道两种。前者结构较复杂，运行噪音较大，使用不多。后者运行平稳、噪音小、安全可靠，应用较广（见上页图1b）。通常是在提升容器一侧上、下各装一组，每组有3个滚轮，一个在罐道正面，另两个装在罐道两侧。滚轮罐耳由底座、轴架、滚轮和缓冲装置组成，滚轮由带骨架的橡胶或聚氨酯橡胶制成，缓冲装置内的弹性体使滚轮压向罐道，实现弹性接触，减缓提升容器运行时水平摆动和对罐道的磨损。

柔性导向装置 由钢丝绳罐道、罐道绳固定装置、罐道绳拉紧装置和罐耳组成。使用钢丝绳罐道的井筒，在进、出车水平或装、卸载位置须设稳罐罐道，有中间水平的须设稳罐承接装置。

钢丝绳罐道 又称罐道绳。悬挂在井筒中为提升容器导向的钢丝绳。常用的有普通钢丝绳和密封钢丝绳。普通钢丝绳耐磨性能差，但投资少，适用于小型矿井；密封钢丝绳，表面光滑、表面积大、经久耐磨，具有较高的抗弯、抗扭性能，适用于大、中型矿井。

罐道绳固定装置 煤矿主要用楔型固定装置，浅井也使用绳夹作固定装置。平面楔块式固定装置由两个平面楔块、外开式外壳、圆盘、底座组成，虽结构较复杂，但安装和串绳方便，井上、井下都能用，应用较广。绳夹固定装置结构简单，但拉紧力小，一般用于井底。

罐道绳拉紧装置 有螺杆拉紧、液压螺杆拉紧和垂锤拉紧3种方式。

螺杆拉紧装置 安设在井架上，罐道绳上端与其固定，下端用绳夹固定在井底。拧转拉紧装置螺母时螺杆上移，使罐道绳获得张力。这种拉紧方式结构简单，安装方便，但在使用中需经常调整，一般用于浅井。

液压螺杆拉紧装置 与罐道绳上端连接，安设在井架上。罐道绳下端用楔形固定装置固定于井底。它由固定装置和油缸组成。调整罐道绳拉紧力时，用液压泵向油缸内注油，推动活塞使固定装置上移拉紧罐道绳，达到所需拉紧力后用螺母锁住。这种拉紧方式调绳方便，适用于较深的矿井。

重锤拉紧装置 是利用在罐道绳下端的重锤将罐道绳拉紧，上端用楔型固定装置固定在井架上，它能获得较大的拉紧力而且保持不变，不需调整，不受井深限制。但安装重锤加大了井深，且为防止重锤被托、埋，需经常清理井底罐窝。罐道绳需要的拉紧力是保证提升容器安全运行的重要因素。罐道绳的拉紧力每百米井深为10~15kN。

钢丝绳罐道用罐耳 装在绳罐道提升容器上的导向部件，有滑动式和滚轮式两种。滑动罐耳由外壳和衬套组成。为折换衬套方便作成对开形式，用螺栓固定。衬套长度为罐道绳直径的5~6倍，衬套材料有铸铁、铸铜、尼龙等。这种罐耳运行时无噪音、结构简单、更换方便，但是对罐道绳有磨损。滚轮罐耳对罐道绳磨损小，但结构复杂、运行时噪音大，生产矿井很少使用。

柔性导向装置的优点是：①节省钢材，减少投资，结构简单，施工期短；②运行平稳、无碰撞、无噪音、维护、更换简单；③减轻井壁负荷，通风阻力小。缺点



是：①对井筒施工质量（垂直度、圆扁度）要求高；②容器与井壁、容器之间安全间隙要求大，增加了井筒断面；③采用重锤拉紧时会加深井底罐窝；④绳罐道增大了井架负荷；⑤在进、出车水平或装、卸载位置需设稳罐罐道，中间水平进、出车水平需设稳罐装置。

参考书目

史天生，《立井井筒装备》，煤炭出版社，1981年。

（刘兆文）

tisheng rongqi xuangua zhuangzhi

提升容器悬挂装置 (conveyance suspension)

指提升容器（罐笼、箕斗、吊桶等统称）与钢丝绳的连接装置，分单绳悬挂装置和多绳悬挂装置（见右图及下页图）。

单绳悬挂装置 由护绳环和主吊杆等组成。护绳环有双面夹紧式楔形绳环、单面夹紧式楔形绳环和夹楔式绳卡等多种结构形式。双面和单面夹紧式楔形绳环连接均较可靠，单面夹紧式楔形绳环对提升钢丝绳的受力情况有利，安装和拆卸方便，应用比较多。当使用封闭式钢丝绳时，由于钢丝绳刚度大，多采用由两个对称楔形块组成的夹楔式绳卡，钢丝绳在夹楔式绳卡不需弯曲。

多绳悬挂装置 用于多绳摩擦式提升机提升系统中钢丝绳与提升容器的连接，并能实现各绳之间张力的平衡。它由楔形绳环、调绳器和主吊杆等部件组成。

楔形绳环 结构类型与单绳悬挂装置所用楔形绳环相同。将终端载荷解除后，退出楔块，即可按需要重新安装。

调绳器 用于调整各根提升钢丝绳间伸长的长度差。消除因提升钢丝绳悬挂时的长度偏差、运转后的残余伸长和钢丝绳本身的刚度偏差等因素而引起的各根钢丝绳的张力不均。目前使用的调绳器调绳范围为300~500mm，其结构形式通常有螺旋液压调绳器、垫块式液压调绳器和简易手动调绳器3种。

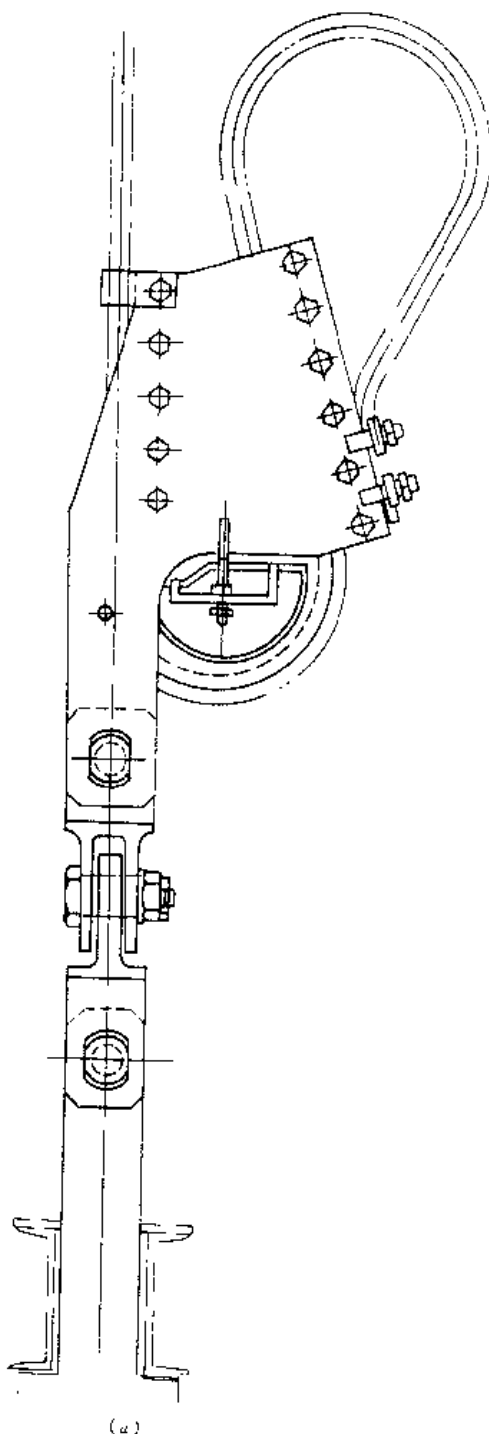
（1）螺旋液压调绳器 调绳在有载情况下进行，各个液压缸通过连接管路相通，由液压泵将压力液体同时送入各个液压缸内，活塞螺杆与缸体相对移动，使各绳张力趋于一致，旋紧油缸下部的螺母，完成调绳。螺旋液压调绳器，操作方便，各钢丝绳的张力可基本达到平衡。

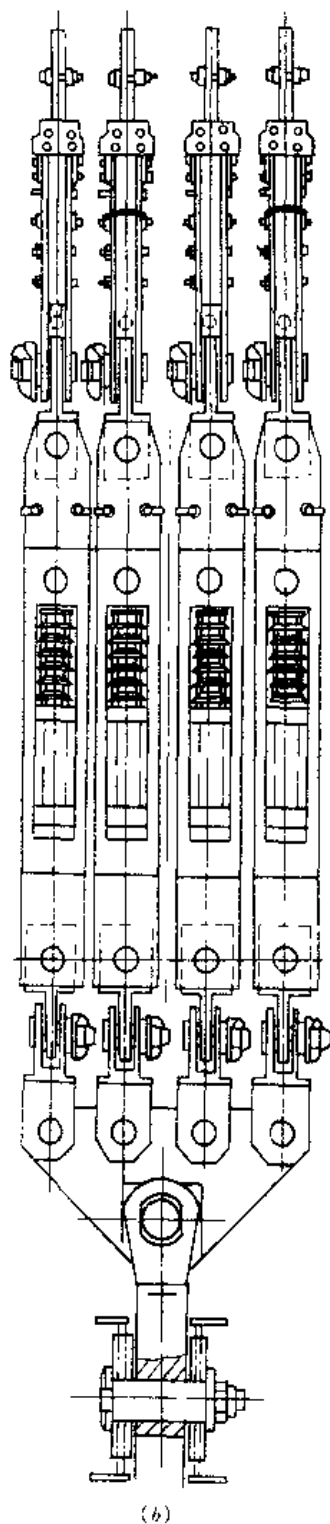
（2）垫块式液压调绳器 动作原理与螺旋液压调绳器基本相同，只是用垫块代替旋紧螺母，结构比较简单，目前使用较多。

（3）简易手动调绳器 有插销式、垫块式和螺旋式

等，均依靠人工插销、垫块或螺母螺杆来进行调绳，一般均需卸去载荷后进行，调整困难，调整量也较难控制，现基本不采用。

单绳、多绳提升容器悬挂装置可根据提升机、提升钢丝绳和提升容器的需要配套选用，中国煤炭系统已有相应的定型系列。





提升容器悬挂装置
a—单绳悬挂装置；b—多绳悬挂装置

(王荣相)

tian lun

天轮 (head sheave) 安装在井架或暗井顶部, 承托提升钢丝绳的导向的绳轮 (用于塔式摩擦提升机时称导向轮), 按其运动方式有固定天轮和游动天轮两大类。天轮直径与提升钢丝绳的直径之比必须符合有关规程的相应规定。装于地面的天轮, 轮径应大于 90 倍绳径, 井下的应大于 80 倍。

固定天轮 主要用于立井提升及斜井箕斗提升。其结构由轮体、轮轴和轴承 3 部分组成 (见下页上图)。

轮体 天轮的主体部件, 要求强度高、重量轻, 运转安全可靠、维护方便、使用寿命长, 并能减小对钢丝绳的磨损。轮体结构通常有 5 种形式。

(1) **铸钢天轮** 一般在直径小于 3m 的天轮上使用。采用整体制造, 结构简单, 寿命长, 运行可靠, 但铸造质量要求较高。

(2) **铸铁天轮** 一般用于直径 1.6~3.0m 的天轮, 钢辐条成放射状布置, 并浇注在铸铁轮缘和轮毂内, 制造方便、成本较低, 但绳槽易于磨损, 寿命较短。

(3) **模压天轮** 轮缘由数段模压钢板组成, 轮辐采用铸钢, 辐条为槽钢, 一端用铆钉与轮缘联结, 另一端用螺栓与轮毂固定, 使用性能较好, 绳槽耐磨、寿命长, 但结构复杂, 制造成本较高, 须经常检查维护。

(4) **圆盘式天轮** 由铸造轮缘、铸造轮毂和两片圆片形钢板轮辐组成, 刚性好、高速运转时空气阻力小, 但重量大, 极少采用。

(5) **焊接天轮** 轮缘为特殊型钢, 轮辐为一般型钢, 轮毂为铸钢组成, 使用性能较好。因需专用型材, 制造工艺较复杂, 未被广泛使用。

轮体绳槽中可镶衬垫或不带衬垫, 衬垫具有保护绳槽的作用, 磨损后可更换。

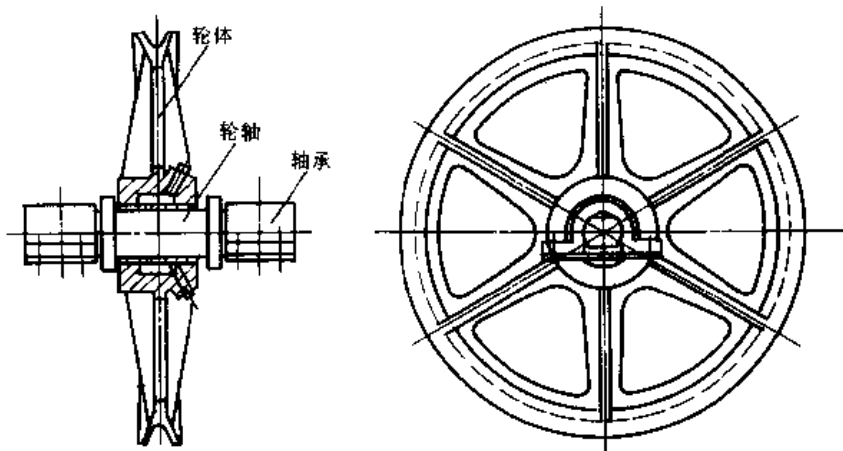
轮轴 多用优质碳素钢锻造, 对材质及制造工艺要求较严, 并尽量降低轴上的应力集中, 以免影响运转安全及使用寿命。轮轴与轮毂一般采用键联接, 轮轴与轮毂之间宜选用过渡配合。

轴承 有滑动轴承和滚动轴承两种。

(1) **滑动轴承** 承受冲击能力强, 制造方便, 价格低, 但需经常加油润滑, 对轴瓦 (衬) 的维护和更换工作量较大。现多用于直径 4m 以上的天轮。

(2) **滚动轴承** 运行摩擦阻力小, 采用润滑脂润滑, 简单可靠, 一般直径在 3.5m 以下的天轮上使用, 多为双列向心球面滚子轴承。

游动天轮 轮体作旋转运动外, 还可轴向移动, 主要用于倾斜轨道矿车提升, 以适应提升钢丝绳在提升机卷筒上缠绕或放开时沿卷筒宽度方向移动, 达到正确的缠绕。游动天轮的结构与固定天轮基本相同, 只是



固定天轮

轮轴随游动距离的需要而加长。

中国煤炭系统应用的固定天轮直径为 0.8m~3m 时,通常采用铸钢结构,直径为 3.5m~5m 时采用模压结构。游动天轮直径为 0.6m~1.4m,采用铸钢结构。

导向轮 用于塔式摩擦提升机的天轮。按结构分整体式及剖分式。至 1992 年,中国已制造了直径 4m 的整体导向轮装置及直径 5m 的剖分式导向轮装置。

导向轮用于调定塔式摩擦提升机两提升容器的间距。当两提升容器中心距小于摩擦轮名义直径时,利用安装在摩擦轮下方的导向轮改变摩擦轮一侧的钢丝绳位置,使钢丝绳中心距与容器要求的中心距一致。

导向轮或天轮若采用整体式,则结构简单且不易变形。剖分式制造工艺复杂,成本高且拆开后易变形,只有在轮径太大而造成运输困难或因工艺条件等原因时采用。

(王荣相 蒋肇襄)

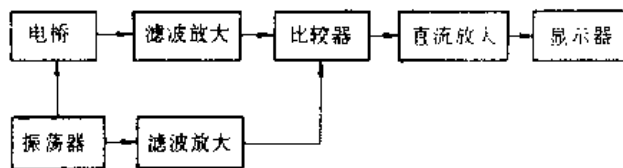
tieci moli celiangyi

铁磁磨粒测量仪 (ferromagnetic debris tester) 利用电感变化原理,对机器的润滑油和液压油中铁磁性磨粒含量进行测量的专用仪器。适用于监测使用润滑油和液压油的传动类机器的运行工况,具有读数直观、操作简便的特点。

应用 用铁磁磨粒测量仪定期地对机器润滑油中的磨粒进行测量、记录,可从累积各个时期的磨粒量相对值中统计出机器磨损随时间变化的趋势,及时预报机器的失效。润滑油中的铁磁磨粒需用真空泵等辅助设备制成油样滤片后再用测量仪测量,采样必须定量、定时,滤片中的磨粒要均匀稳定地分布以确保测量数

据的准确性和可靠性。

基本结构 铁磁磨粒测量仪由测量头、放大板、振荡器、表头板组成(见下图)。它的测量头是一个高灵敏度的电感电桥,由一高稳定度的振荡器激励。当微量的铁磁磨粒放置在测量头表面时,由于磁路磁阻改变,电桥测量臂的电感值也改变,使电桥产生不平衡输出信号,这个信号由振荡器激励源载波,经放大后送至比较器,与原来的激励源电压信号(经衰减)进行比较,其差值由一直流放大器放大后,最终在表头上显示与铁磁磨粒含量成正比的读数。



铁磁磨粒测量仪原理图

技术性能 测量仪的主要性能指标为稳定度和量程误差。以中国生产的铁磁磨粒测量仪为例,稳定度为 2%,即将仪器表头指针校准至零位,表头指针摆幅小于 2%满量程读数。量程误差即相邻两档量程间的测量误差为 5%。

(姜乃强)

tiepuyi

铁谱仪 (ferrograph) 利用高磁场强度和高磁场强度分量梯度的磁场,将从机器中抽取的润滑油和液压油中的铁磁性磨屑与油分离,并根据磁场的设计使磨屑按一定的规律在玻璃片上沉积形成谱片的仪



器。适用于监测使用润滑油和液压油的传动类机器的运行工况。不同的铁谱仪工作磁场的设计不同,所制谱片成谱原理不同,应用特点也不同。常用的铁谱仪有分析式铁谱仪、直读式铁谱仪和旋转式铁谱仪3种。

分析式铁谱仪 最早出现的一种铁谱仪(图1)。制谱时取自机器润滑系统或液压系统的油样1被微量泵2送到与磁场装置4呈一定角度的玻璃基片3上,油样将在基片的油槽内流过。磨屑在磁场力、重力、油内摩擦力的共同作用下,有规律地沉积在玻璃片上,构成谱片。残油将沿导流管5流入贮油杯6中。油液中的铁磁性磨屑随油在玻璃基片上流动时处于不均匀磁场中,大的铁磁性磨屑所受的磁场力大,流动中会率先沉积于油液入口附近的谱片上,小的磨屑自身磁矩小,所受到的磁场力也小,会随油漂流一段距离才沉积。这样在玻璃基片上,从油样入口处算起至出口处的不同位置上,磨屑的大小分布就有很大的不同,即在油样入口附近大磨屑沉积下来(当然也有中、小磨屑),远离入口处的位置及其出口处,一定不会有大的磨屑。这就是分析式铁谱仪使油样中的磨屑有规律地沉积在基片上形成谱片的原理。分析式铁谱仪所制谱片便于用显微镜对磨屑进行辨识和进行磨损度烈度的分析,使用已二十年,应用广泛,且结构简单,易于制作,价格便宜。但在制谱片过程中油流方向与磨屑沉积链方向垂直,先形成的磨屑沉积链阻碍后续油流的通过,不但易造成磨屑及油中其它夹杂物的堆积,而且也会改变油流的流动规律。该仪器所制谱片在进行定性铁谱分析时,只能辨识单一磨屑的形状和形成原因,不能形成代表该油样特征的,便于应用数理统计分析的谱图,即不易给出机器确切的失效判断依据。

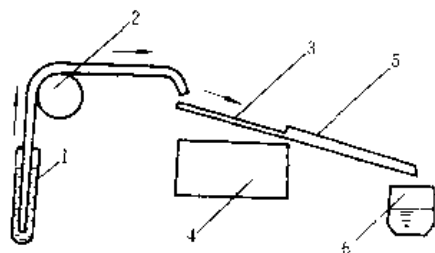


图1 分析式铁谱仪工作原理示意图

1—油样; 2—微量泵; 3—玻璃基片;
4—磁场装置; 5—导流管; 6—贮油杯

直读式铁谱仪 可直接测定油液中中、大、小磨屑的比例,无须制谱片,利用光密度计可直接进行定量铁谱测量(图2)。取自机器的油样1经粘度及浓度稀释后,在虹吸泵8的虹吸作用下,流经毛细管2及位于磁场

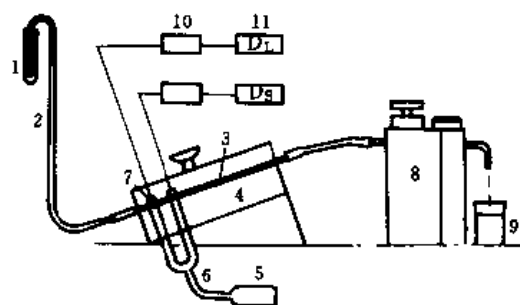


图2 直读式铁谱仪工作原理示意图

1—油样; 2—毛细管; 3—沉积管;
4—磁场装置; 5—照明灯; 6—光导纤维;
7—光电探头; 8—虹吸泵; 9—废油;
10—电子线路; 11—数显屏

装置4上方的玻璃沉积管3,油样中的铁磁性磨屑在具有高磁场强度和高磁场强度分量梯度的磁场装置作用下,磨屑按粒度顺序排列在沉积管内壁的不同位置。光导纤维6将照明灯5的光线引至相对应的固定测点上,由两只光敏探头7接受穿过磨屑层的光信号,经电子线路10放大和A/D转换处理,最终在 D_L 和 D_s 两个数显屏11上直接显示出磨屑沉积的覆盖值。它比分析式铁谱仪的定量分析更准确。检测过程更简单、迅速,仪器成本更低廉。缺点主要有:①不能进行定性铁谱的磨屑辨识和定性铁谱分析;②磨屑沉积链与油流方向垂直,具有与分析式铁谱仪相同的缺点。

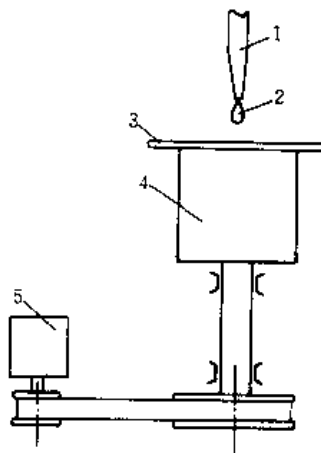


图3 旋转式铁谱仪工作原理示意图

1—定量移液管; 2—油样; 3—玻璃基片;
4—磁场装置; 5—电机

旋转式铁谱仪 旋转式铁谱仪以其磁场装置极靴上的3个环形气隙(0.5mm的窄缝)上方作为工作磁场,玻璃基片处的磁力线与基片平行,且沿径向分布。制谱时,油液2由定量移液管1滴注到固定于磁场装置4上方的玻璃基片3上(上页图3)。磁场装置和基片在电机5的带动下旋转,由于离心作用,油样在基片上向四周流动。当含有铁磁磨屑的油液流过玻璃基片时,油液中的磨屑将在磁场力、离心力、液体内粘滞阻力和重力的共同作用下运动,且被滞留在基片上,并沿径向排列在环形区域内,由于粒度大的磨屑自身磁矩大,所受磁场力大,率先沉积,因此大的磨屑不可能在中圈和外圈沉积。残油从基片边缘甩出,经收集由导油管排入贮油杯中。调整电机的转速即可控制磨屑所受离心力的大小。制谱过程中,该种仪器的磨屑沉积链与油流平行(相切),其沉积区为中心轴对称。利用数理统计的原理可以求得代表油液特征的定性铁谱数值(指大磨屑所占的百分比)。同时,大磨屑均在内圈沉积,不会在中圈和外圈出现,因此可以方便地测得磨损度烈度。旋转式铁谱仪问世仅5年,应用尚不广泛,结构和造价均较分析式铁谱仪高,与其相配套的铁谱显微镜也需根据旋转式铁谱仪所制谱片的特点加以适当的改进。

参考书目

D. P. 安德森,《磨粒图谱》,机械工业出版社,1987年。

(杨志伊)

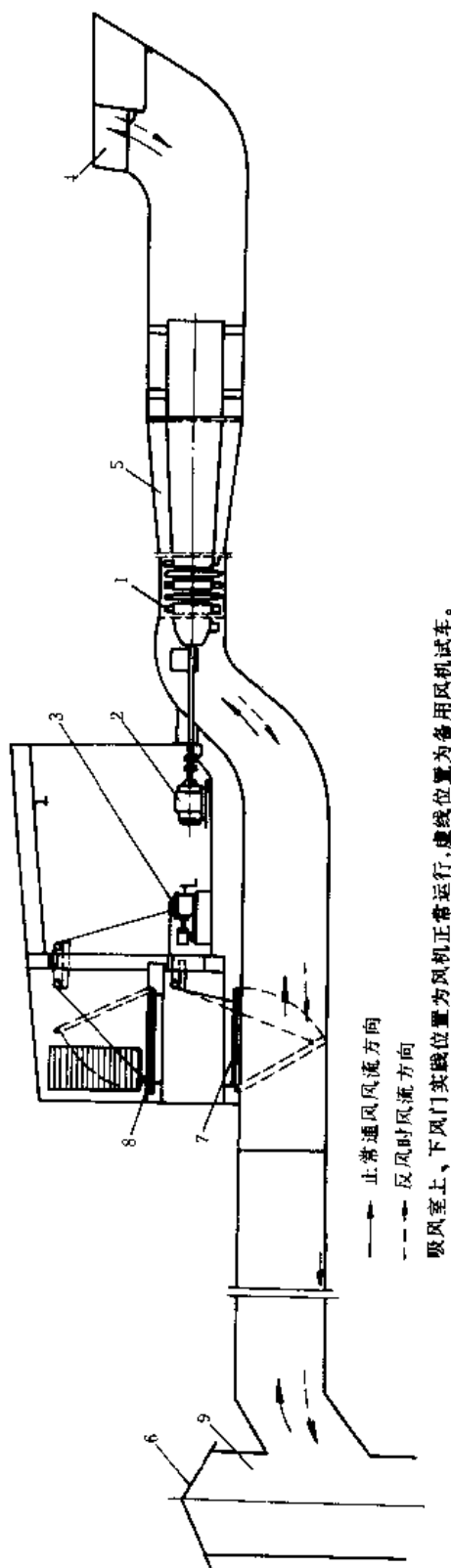
tongfeng shebei

通风设备 (ventilation facilities) 向矿井井下不间断地输送新鲜空气的设备。通风设备对确保煤矿井下有良好的空气和安全生产有重要作用。

分类 按使用范围分为主要通风设备、辅助通风设备和局部通风设备。

主要通风设备 安装在通风井附近地面上,向全矿井、一翼或一个分区供风的设备。其风量(单位时间内通风机输送气体的体积数)和风压(单位体积的气体流经通风机后所获得的总能量),要保证在其使用期间内整个矿井、一翼或一个分区的通风需要。主要通风设备必须装备两部同等能力的通风机组,一组使用,一组备用,定期轮换,或当其中一组出现故障时,能在10min内投入备用机组。当井下出现事故时,主要通风设备的反风设施能在10min内改变巷道中的风流方向,且风量不小于正常风量的40%。

通风设备的工作方式有抽出式和压入式两种。煤矿通常采用抽出式通风(见右图),少数煤矿及多数金属矿山采用压入式通风。



轴流式通风机无风反风道抽出式工作示意图

1—通风机; 2—电动机; 3—风门绞车; 4—风门防爆炸; 5—扩散器; 6—消声器; 7—吸风室; 8—吸风室上; 9—风井井筒



辅助通风设备 某一分区通风阻力过大,主要通风设备不能供给足够风量时,为增加风量而在该分区安装的通风设备。它由通风机、电动机、风筒(或风道)及电控设备组成。辅助通风机一般选用轴流式通风机。当矿井主要通风机需要反风时,辅助通风机必须停止运转。

局部通风设备 安装在掘进工作面或局部通风有困难处的通风设备。岩巷掘进通风方式可采用压入式也可采用混合式。煤巷、半煤岩掘进都应采用压入式(水射流通风机不受此限)。压入式局部通风机和电控设备必须安装在进风巷道中。应采用抗静电阻燃风筒。

组成 通风设备由通风机、电动机、电控设备及扩散器、风门及反风装置等附属设备组成。

通风机 是通风设备的核心(见主通风机和局部通风机)。

电动机及电控设备 (见主通风机电气传动)。

附属装置 为完成通风机作业的配套装置。它包括风道、扩散器、消声器、风门、风门绞车、防爆门及反风装置等。

(1) **风道** 一般为混凝土结构,个别段采用金属结构。断面多为方形,少数为圆形。断面大小由流过的风量决定,风道内的风速不得大于 15m/s ,一般在 $10\sim 12\text{m/s}$ 之间。风道壁应光滑,转弯处作成圆弧状。

(2) **扩散器** 与风机出口处相连、断面逐渐扩大的风道。气流经过扩散器时流速与动压逐渐减少,静压增加,以减少出口动压损失增加通风机所产生的静压。

(3) **消声器** 阻止或减弱气流通过时声音传播的装置。它利用吸声材料吸收声波或利用声波共振的扩张滤掉噪声。消声器主要有阻性消声器、抗性消声器和阻抗复合消声器。矿井轴流式通风机常采用阻性消声器,一般作成片状排行式或蜂窝式,用玻璃纤维装在钻孔并镀锌的金属板内,平行置于扩散风道或扩散塔内;也有的在风机外壳装隔声室或隔声罩。对风机机组振动产生的低频噪声可在风机基础以及风道之间用减振措施(加橡胶垫或弹簧垫)来减弱。

(4) **风门** 在需要通过人员和车辆的巷道中设置的隔断风流的门。其型式有水平风门、垂直闸门及进风口平移闸门。一般风门的开闭由风门绞车牵引钢丝绳操作。风门为焊接结构,强度应能承受风流足够的压力且四周密封性能好,使漏风和短路风量尽可能少。

(5) **风门绞车** 开闭风门的机械设备。

(6) **防爆门** 安装于风井井口、以防甲烷、煤尘爆炸毁坏通风机的安全设施。对于抽出式通风系统,正常情况下受风流的负压作用防爆门处于闭合状态,当井下发生爆炸时,气流冲开防爆门通往大气,保护了通风

机械。当井下发生火灾需要反风时(由抽出式变为压入式通风),须用螺栓或门栓将防爆门紧固好以克服风流正压力,保证反风风流不短路。同理,对于压入式通风系统,正常时防爆门在外力作用下克服正压力处于闭合状态,井下发生事故时同样冲开防爆门,需要反风时风门仍处于关闭状态。

(7) **反风装置** 用于反风的装置。反风指井下一旦发生火灾需改变风流方向,将抽出式通风改为压入式或将压入式通风改为抽出式,以免火灾生成的有毒气体进入工作面,这种为防止灾害扩大和抢救人员的需要而采取的迅速倒转风流方向的措施。

通风机的反风方式有两种:①设反风道反风。设备包括吸风室风门、反风风门(与正常风门开启方向相反的风门)、风门绞车及反风道(连接通风机与风硐的专用风道,用于实现风流倒转)。当反风时,风机旋转方向及风流进出风机方向均不变,利用风门的开闭改变风流方向;②无反风道反风。调整导叶角度(或调整叶片角度)配合改变叶轮旋转方向实现反风。设备包括风门、风道及改变电机旋转方向电控设备。以离心式风机抽出式通风为例,正常通风时,空气自矿井进入风道、风门经过风机叶轮至扩散器排至大气中。需要反风时,关闭风道风门打开吸风门,空气由吸风门进入风机叶轮,经三通、反风门、反风筒沿反风道、主风道被压入矿井。中国70年代以前轴流式风机亦采用反风道反风。80年代以来,轴流式风机通过调整叶片角度配合改变叶轮旋转方向实现反风。

(李幼珊)

tongxian dianhua

同线电话 (party-line telephone) 电气结构完全相同的多台电话机共用一条双芯或多芯电缆实现相互通信的装置。采用多芯电缆传输的同线电话,多数采用共路信令,相当于将程控交换技术中的用户板分散到各个话机内,在每台话机内装微处理器,处理呼入、呼出、接线与拆线。

特点

(1) 无须交换机,各电话自带电池,不受停电影响。电缆任何一处砸断之后,其他相连通的电话机之间仍可进行通信。

(2) 采用音频复用技术,在一条双芯电缆中传输语言、呼叫信号、控制信号。其中控制信号多数取直流信号,直流信号可分3种形式给出:正级性、反级性及无级性状态。呼叫信号往往采用脉冲信号,双音频信号、单音频信号等。

(3) 采用总线方式传输,各台话机并联到传输电

线,其每台输入阻抗必须很高,以减少各台话机对呼叫信号的分流,当台数 $N \leq 30$ 时,每台直流阻抗 $\geq 100k\Omega$,交流阻抗 $\geq 30k\Omega$ 为宜。每台在呼叫信号期间馈入电缆的驱动器应为低阻,呼叫信号过后应为高阻,以防语言信号由输出阻抗分流。

(4) 设备可产生呼出信号,也可接收呼叫信号,根据呼叫信号地址,选中某台设备,被选中的设备可以振铃,也可以扩播主叫语音,双方联络成功后,可以进行双工对讲。

组成 由呼叫发生器、呼叫接收器、通信单元 3 大部分组成(图 1)。呼叫发生器产生呼叫地址码、数据码,由滤波网络或带三态门的驱动器馈入传输电缆,接入系统中各台的呼叫接收器对此信号进行判定,符合本地址可振铃、闪光或开启扩播放大器,然后主叫与被叫通过通信单元相互通话。

分类 按呼叫方式分为扩音传呼电话机、扩音选呼电话机、多路选呼电话机。

扩音传呼电话机 在一条双芯电缆同时并接多台

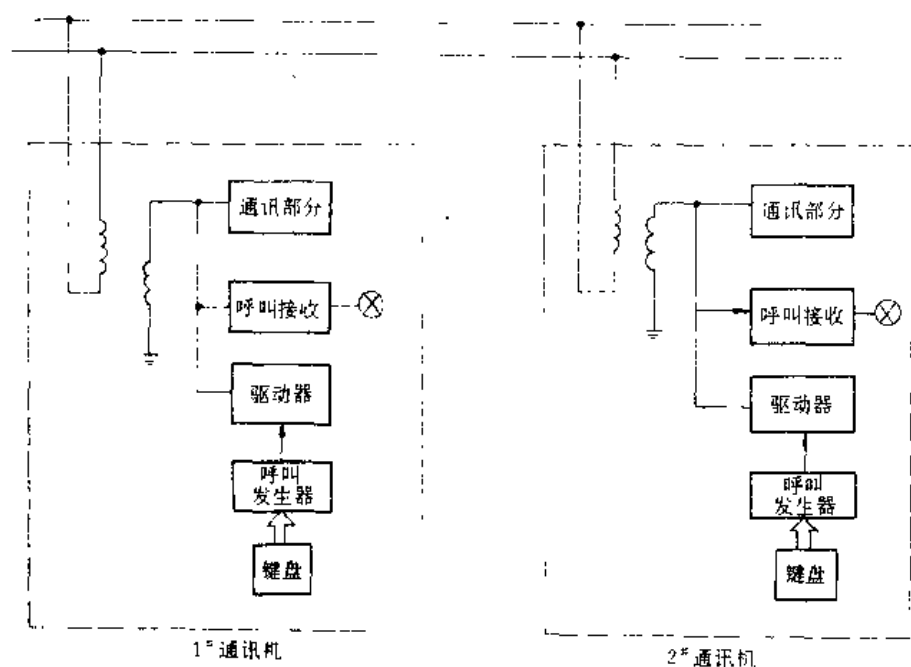


图 1 同线电话基本方框图

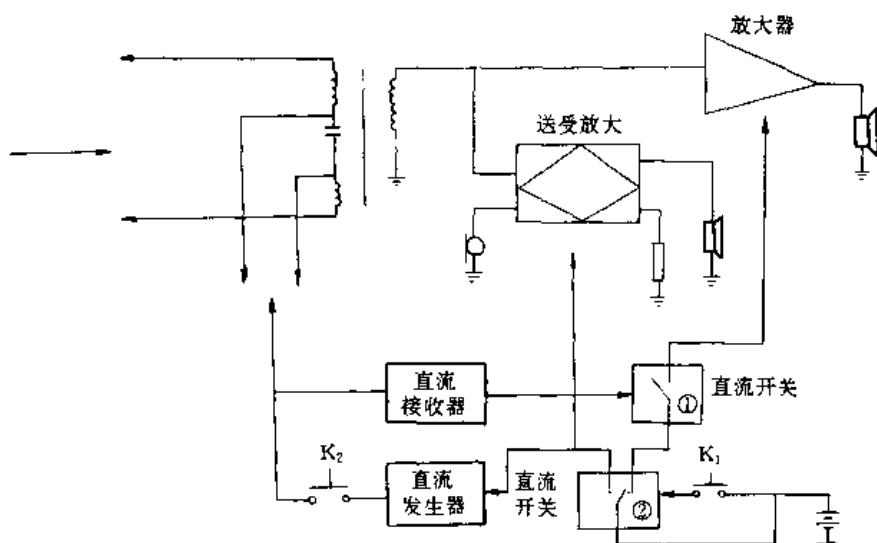


图 2 扩音传呼电话电气框图

(20 台以内)电话机,主叫者按下呼叫钮并对送话器发话,接入系统的所有话机将扩音播放。这一类话机国外称之为 Pager 电话,也叫扩音传呼电话。其组成有送受话器,直流发生器,送受放大器,喇叭等(见上页图 2)。该电话可实现双工对讲,其架设方便,组网灵活。

主要技术要素:

呼叫 呼出电压	6~12V
启动电流	$\leq 0.1\text{mA}$
扩播 不失真功率	$\leq 2\text{W}$

耗电 守机

供电

0mA

采用干电池

扩音选呼电话机 是在扩音传呼电话机的基础上发展起来的,主要解决一呼百响的问题,实现任何一台话机可以进行选择式呼叫,同时还应兼容扩音传呼电话的全部功能,选择呼叫采用脉冲码,双音频码,单音码等,为了提高抗干扰能力,有时将选择信号调制到一个载频上,常见的调制方式为 FSK,频率为 20~30kHz(图 3)。

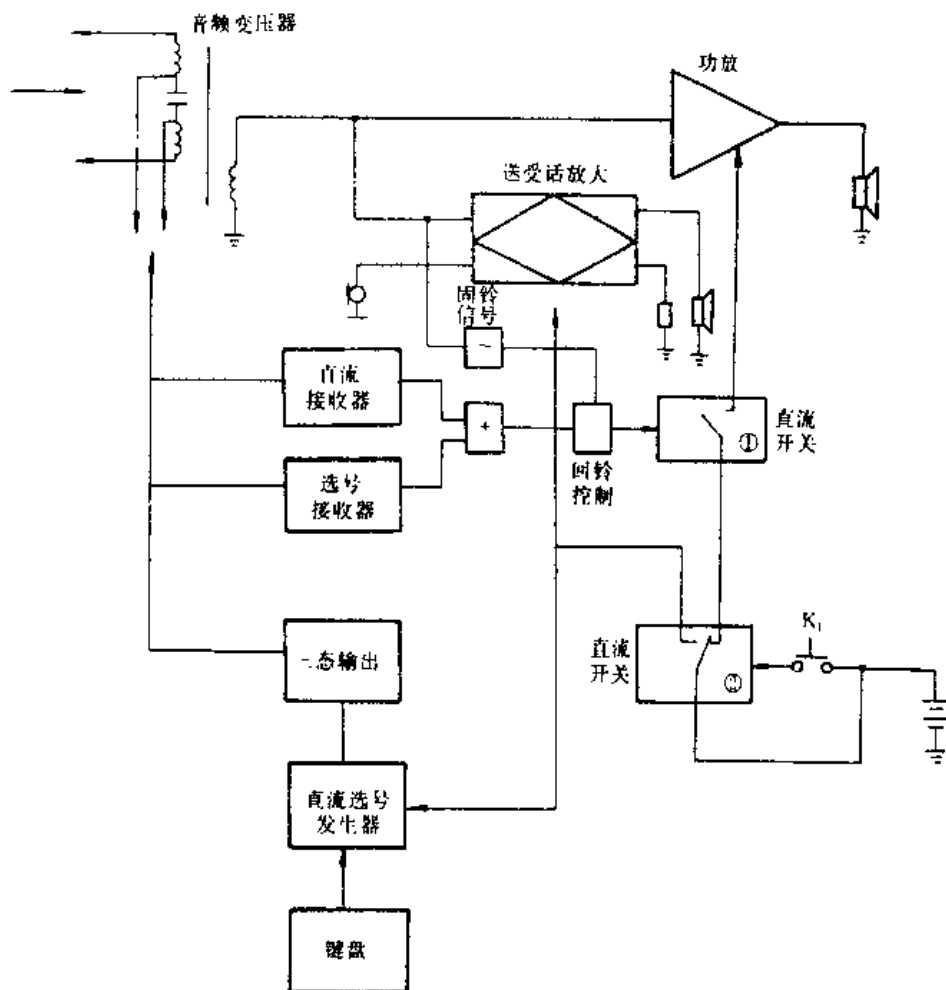


图 3 扩音选呼电话电气方框图

主要技术要素为:

供电 供电电压	12V
守机电流	$\leq 0.1\text{mA}$
呼叫	多采用 DTMF 与 PNM 码
选扩不失真功率	1.5W

多路选呼电话机 可提供多对用户互不干扰的同时通话,每部话机内部装有微处理器,并依数据线给出数据,自动将各自的交叉网络接点接通,沟通用户通

话。多路选呼电话实际是将程控交换技术分散到各个话机。

多路选呼电话机由微处理器、EPROM、RAM 组成的微机系统,在微机控制下,完成发数据、收数据、自动选择、接线、占线、退出,实现多对用户同时讲话(见下页图 4)。

主要技术要素为:

供电 电压	12V
-------	-----

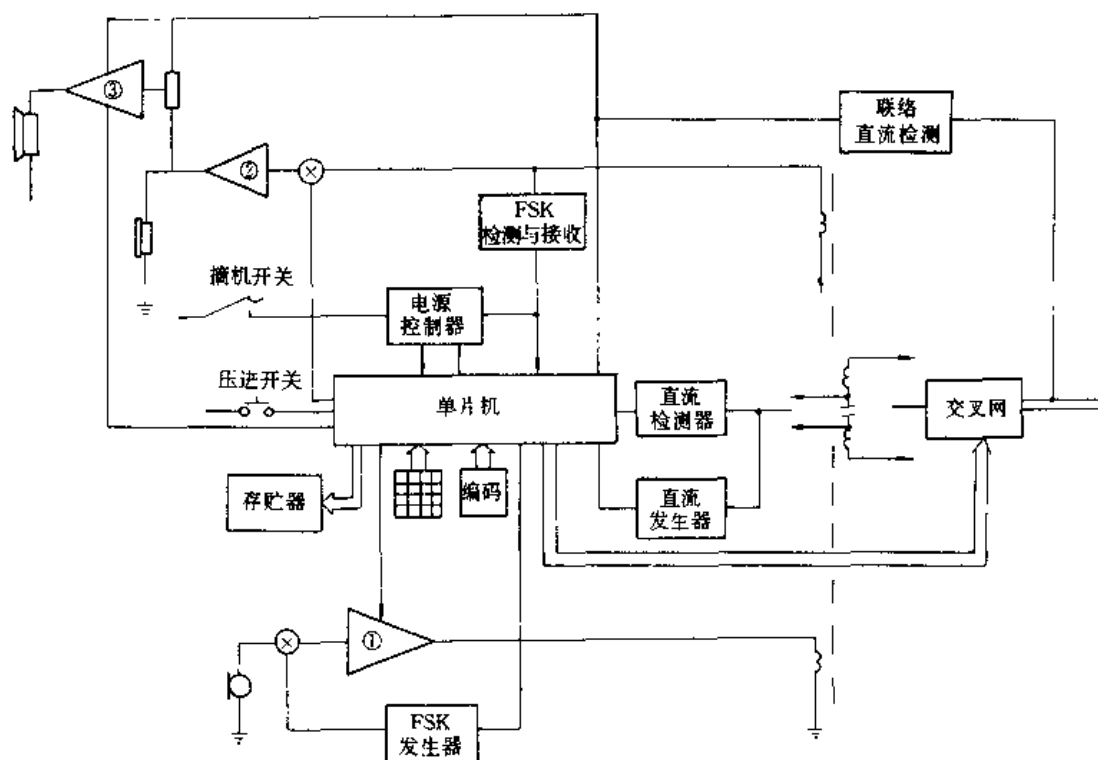


图4 多路选呼电话机电气框图

守机电流	$\leq 0.6\text{mA}$
数据信号 允许线路衰减	42dB
传输方式	FSK
扩播呼叫 启动电流	$\leq 2\mu\text{A}$
信号音 频率	465Hz
快忙音	0.5 ± 0.5
慢忙音	1:1
振铃信号响度	$\geq 105\text{dB}$
通讯允许线路衰减	15dB
扩音功率	2.5W
环阻	$> 1\text{k}\Omega$

国外有一种多路选呼电话,采用环路载波技术,但传输线发生故障时将影响通信。目前这类产品在美国煤矿称之高级语言通信系统,开发较为成功的有MSA multiphone及Femco的AMCS,其中MSA产品传输采用多芯电缆,Femco采用环路载波技术,可传输信号、语音、数据(20kHz FSK),最大容量82门;连接电缆6对双绞电话线(Multiphone)或1对绞合电话线(AMCS);呼叫方式有振铃、扩音呼叫、灯闪呼叫、全呼;电源为12V干电池。

(郭成伟)

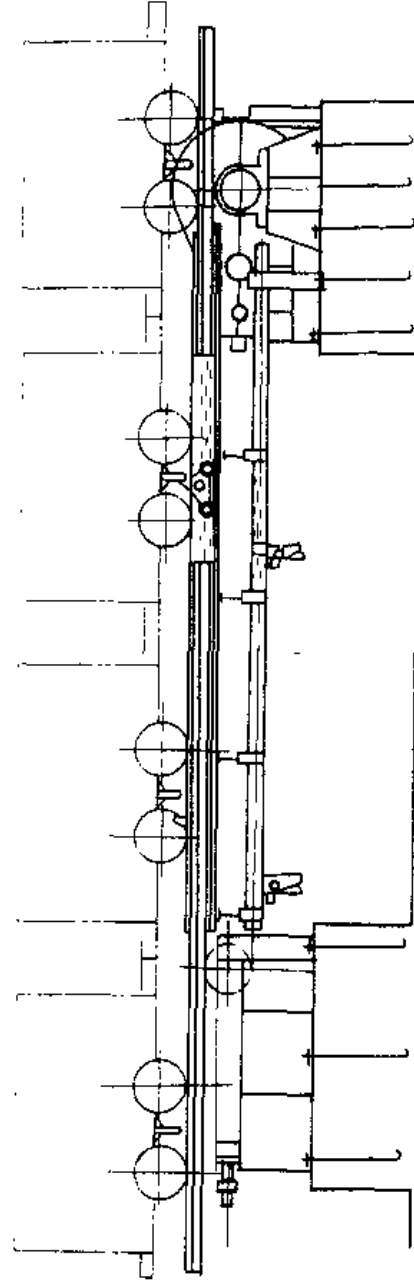
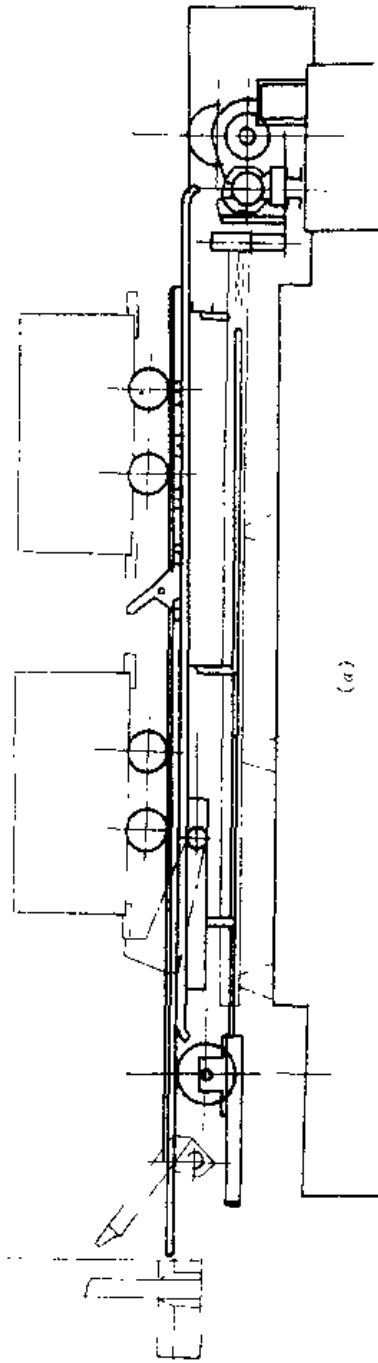
tuicheji

推车机 (car pusher) 在车场上短距离推动矿车或串车的设备。一般由驱动装置、推车器、导轨、牵引件及其他有关部件组成。按驱动动力源可分为气动、液动和电动推车机;按牵引结构的形式有钢丝绳式和链式之分;按所推动的矿车类型可分1t、1.5t、3t矿车与单车、双车、列车推车机;按推车位置还有推矿车车箱、推挡板、推车轴或推碰头几种方式。按功能作用可分装罐推车机和列车推车机两大类,如下页图所示。

装罐推车机 用于罐笼提升井的井口或井底水平车场,将矿车推进和推出罐笼的设备。主要有气动推车机、电动钢丝绳式推车机、电动上方推车机、电动链式装罐推车机4种。

气动推车机 设于被推矿车下方,以压缩空气为动力,通过气缸活塞杆带动推爪直接推动矿车进出罐笼的设备。这种推车机结构简单,运转可靠,设备基础工程量少,但耗气多,效率低,噪音大,在生产使用中日渐减少。

电动钢丝绳式推车机 设于被推矿车下方,由电机传动绳轮及钢丝绳来牵引推车器沿导轨往复运动推动矿车进出罐笼的设备。这种推车机结构简单,加工容易,应用较为普遍。但钢丝绳损耗较大,更换频繁,钢



推车机

a—装载机; b—列车推车机

钢丝绳的伸长变化影响推车定位控制。20世纪70年代以后的新建扩建矿井中采用较少。

电动上方推车机 设于被推矿车上方,推杆下斜直接推动矿车车箱运行的设备。可不设基础地沟,维护检修方便,但推力小,且安装高度低,影响材料、设备的装运和人行空间,矿车车箱也容易变形和损坏。20世纪60年代以后已基本不再采用。

电动链式装罐推车机 基本组件、动作功能与电动钢丝绳式推车机相同,只是牵引件采用套筒滚子链结构。它运行可靠,使用寿命长,目前已被广泛应用。

近年来装罐推车机的新型式有:直线电机驱动的直线电机推车机,电机、传动齿轮销轴啮合运行的销齿推车机,电液推杆驱动销齿传动推车的电液推车机等。

列车推车机 用于不摘钩整列矿车推车运行的设备。常与不摘钩翻车机配套使用,在井底车场推车翻卸整列煤车,在地面排矸系统中推车翻卸整列矸石车。其基本结构与装罐推车机相同,但推力大,电机传动功率大,结构强度高,主要有板链、钢丝绳、圆环链和液动列车推车机4种。前二种已少用。

圆环链列车推车机 牵引件采用圆环链,结构比较简单,寿命长,应用比较普遍。

液动列车推车机 动力源为电动—液压,推力大,结构简单,目前仅与液压高位翻车机配套使用。

(王荣相)

tuo gun

托辊 (idler) 承托输送带或钢丝绳及其运载物料的滚动构件。输送机的托辊按一定间距及要求设置在输送带的承载段和回空段下面。输送带在托辊上运行时,带动托辊的辊子围绕其心轴自转,托辊的布置方式、间距和直径的大小根据输送机的作业类型、工作条件、运转负荷及带速来确定。

基本结构 托辊的主体是辊子,辊子由管体、轴承

座、轴承、心轴、密封件和润滑脂等组成(图1)。管体有金属管体和非金属管体两种。金属管体由有缝钢管或无缝钢管制成,非金属管体由尼龙、铸石、塑料等材料制成,在煤矿井下使用时,必须满足阻燃和防静电的安全性能要求。轴承座有铸铁铸造和钢板冲压两种结构形式,钢板冲压轴承座重量轻、材料省、生产效率

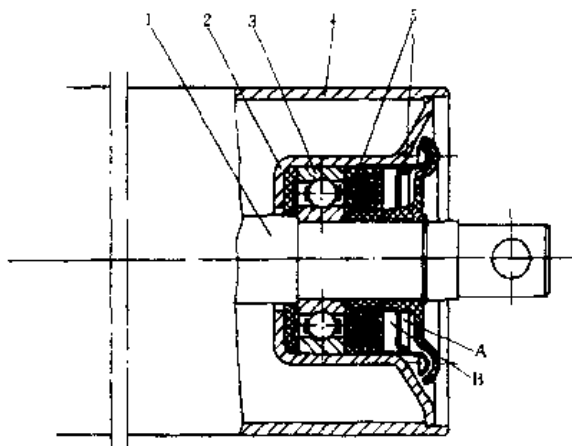


图1 托辊辊子结构

1—心轴; 2—轴承座; 3—轴承;
4—管体; 5—密封件; A、B—润滑脂

高。托辊使用的轴承有普通球轴承和托辊专用轴承,托辊专用轴承采取了加大钢球直径,加大径向游隙和使用柔性的高强度尼龙保持架等措施,因而在恶劣工况条件下使用时的防卡寿命是普通球轴承的10倍以上。托辊的密封结构分为接触式密封和非接触式密封。非接触式密封的特点是旋转阻力小,主要有曲路迷宫密封和油脂密封两种形式。由几种密封结构结合的组合式密封具有旋转阻力小和防水、防尘能力好的优良性能,可使托辊的无维修使用寿命达到20000h以上。

分类 根据托辊的用途可分为上托辊、下托辊、缓冲托辊和调心托辊等。

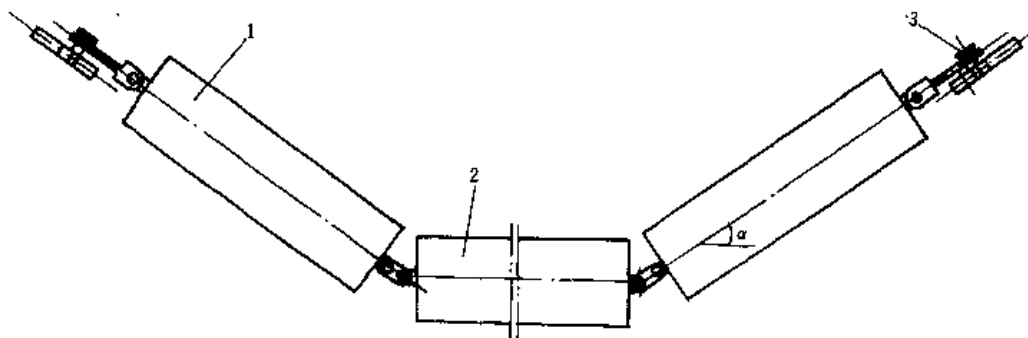


图2 槽形上托辊

1—侧托辊; 2—中间托辊; 3—挂钩; α —槽形角



上托辊 用于支承承载段的输送带及其运载的物料,主要有槽形上托辊和平形上托辊两种形式。槽形上托辊主要用于输送散状物料,一般由三根相同长度的辊子组成槽形(见上页图2),中间的辊子水平放置,两个侧辊子倾斜布置,其侧辊与水平线的夹角称为槽形角。在给定的带宽条件下,增大槽形角会相应增大物料的装载断面面积,从而获得较大的输送量。随着输送带芯体结构和材质的改善,增大槽形角已是发展趋势。托辊的槽形角大于 45° 时,可实现较大倾角输送。悬挂式槽形上托辊通常由3~5个辊子铰接在一起,悬挂在输送机中间架的纵梁上,装拆和调偏方便。在输送原煤和矿石的输送机上应用较广。平形上托辊一般由单个的水平辊子组成,常用于输送成件物品的输送机。

下托辊 用于支承回空段的输送带,有平形下托辊、“V”形下托辊和自清扫下托辊等几种形式。平行下托辊由单个辊子组成,辊子两端各有一个固定支架,固定于机架上。辊子管体长度应能允许输送带作适当的横向移动,不使带边和输送机的机架接触。“V”形下托辊由两个倾斜的辊子组成,能承受较大的载荷,并能起调心作用,在输送能力大和带速高的输送机上应用较广。自清扫下托辊常用于输送粘性物料,有橡胶圆盘和包胶的螺旋形下托辊两种型式。这两种结构的托辊可使辊子管体和输送带粘附表面之间的接触面积减小,从而减少粘性物料在辊子管体上积垢的趋势。

缓冲托辊 安装于物料装载点,有橡胶圈式和弹簧板式两种形式。当处于装载点的输送带受到大块物料冲击时,缓冲托辊辊子的橡胶圈或弹簧板能减缓物料的冲击,从而起到保护输送带的作用。

调心托辊 可根据需要安装,有槽形调心托辊和平形调心托辊等形式。调心托辊在输送带两侧各有一个迎来料方向稍超前于其常规辊子的立辊,全部辊子均由一个带中心枢轴的托架支承,与输送带中心线垂直安装。当输送带跑偏时,触及立辊使托架相对于输送机的中心扭转,迫使输送带回到输送机中心线上来,从而起到自动纠偏的作用。将槽形托辊组的侧托辊和“V”形托辊组的托辊沿输送带的运行方向前倾一个微小角度安装时,也能起到纠正输送带跑偏的作用。

发展趋势 随着带式输送机向大运量、长距离、高带速和大倾角方向发展,从70年代起,各国在托辊辊子中普遍采用了钢板冲压轴承座、专用减摩防卡轴承、各种形式的组合密封件和较高精度的有缝钢管等新技术。这种辊子自身的转动惯量减小,能有效地阻止灰尘和湿气进入轴承,从而提高了托辊的使用寿命,减少了托辊辊子的转动阻力和带式输送机的传递功率,适用

于煤矿井下多尘、潮湿的恶劣工况条件和高速运行的带式输送机。

(潘志杰)

tuogun shiyan

托辊试验 (supporting roller test) 在专用试验台上,模拟井下使用环境和工况,按规定的內容和要求对胶带输送机上的托辊进行试验,以考核产品的制造和安装质量。

试验内容 有径向圆跳动、轴向窜动、旋转阻力、跌落强度(包括水平跌落和垂直跌落)、轴向载荷、密封性能(包括煤尘密封、浸水密封、淋水密封)和使用寿命等。非金属管体的托辊,需测试其安全性能,即测试托辊管体的表面电阻(抗静电性能)和管体材料的阻燃性能。

径向圆跳动测量 测量托辊管体的圆正度。在径向圆跳动试验台上,转动管体一周。在托辊轴向三个规定的位置处,测径向圆跳动量,以其中最大值为评定依据。

轴向窜动测量 在轴向窜动试验台上,垂直放置管体于支座上,在托辊轴的一端施加规定的轴向载荷,保持一定时间后卸载。再将托辊调转 180° 后置于支座上,测量轴端至平台的距离,然后施加相同的轴向载荷并保持相同时间后卸载,测量轴端至平台的距离,前后两数值之差为轴向窜动量。

旋转阻力测量 托辊按规定的转速和时间进行跑合,然后在规定的环境温度下存放一段时间。在托辊旋转阻力试验台上,在规定的载荷和外圆线速度下,测量托辊的旋转阻力值。

跌落强度试验 试验有水平跌落和垂直跌落两项。①水平跌落是将托辊水平置于距水泥地面规定的高度,使托辊自由跌落。②垂直跌落是将托辊垂直置于距水泥地面规定的高度,使其自由跌落。水平、垂直跌落各一次后,检查管体及焊缝是否有损伤或裂纹,轴承座与管体是否松动,然后测量托辊的轴向位移量和旋转阻力值。

轴向载荷试验 在试验压力机上,按规定加载速度对托辊施加轴向载荷,加载后辊轴与管体不得脱开。

密封性能试验 包括煤尘密封试验、浸水密封试验和淋水密封试验三项内容。

(1) 煤尘密封试验 托辊安装在煤尘密封试验台的密闭容器内,在煤尘飞扬的模拟工况下,间歇运行至规定时间后,取出轴承里的全部油脂,并搅拌均匀。用油脂煤尘含量测定仪,测出试样油脂中的煤尘含量,取其算术平均值。

(2) 浸水密封试验 先测量被试托辊的质量 M_1 (g)。然后将被试托辊安装在有清水的密闭容器中,水面和托辊中心线相平。按规定的转速和时间连续运转后,测定其质量 M_2 (g)。按公式 $M_3 = M_2 - M_1$ 计算进水量 M_3 (g)。

(3) 淋水密封试验 将托辊安装在倾角为 30° 的淋水密封试验台密封容器中,按规定的转速和时间连续运转,运转时按规定流量的水喷射到托辊密封装置的开口处。试验后托辊进水量计算方法和浸水密封试验相同。

使用寿命试验 采用提高转速、增加负载、恶化试验环境等措施的强化试验方法。将被试托辊安装在托辊强化寿命试验台的密封容器内,按规定的负载和转速连续运转一段时间后停止一段时间,作为一个试验周期。重复试验周期直到累计运转时间达到规定值。运转过程中每隔一段时间喷一次煤尘,形成煤尘飞扬的工况条件,并随时监视被试托辊的运行状况。强化试验方法比常规试验方法可缩短大量的试验时间。

(黄福奎)

tuolan zhuangzhi

拖缆装置 (cable handler) 滚筒采煤机沿工作面行走时,拖动电缆和水管以实现不间断地给机器提供电源和水源的装置。拖缆装置的主要功能是:①使电缆芯线不受拉力和过度的折弯,以免折断;②使滚筒采煤机入口处的电缆不致承受异常拉力而拔脱,或发生了拔脱时会自动切断电源,防止失爆事故;③避免因受大块矸石和煤块砸碰及机械损伤而引起电缆芯线折断或破坏外层橡胶而失去防爆性。为了使拖动部分的长度最短,电缆和水管进入采煤机工作面后,先固定

铺设在工作面输送机的采空区侧,直至工作面中部,再进入电缆槽内来回拖动。拖缆装置的形式很多,归纳起来主要有夹板链式拖缆装置和直接式拖缆装置两种。

夹板链式拖缆装置 利用夹板链来承受拖动拉力和保护电缆、水管的一种拖缆装置。夹板链由相互水平铰接的电缆夹板组成。电缆夹板呈工字形、U形或□形,材料为铸钢、铸铁或夹铁芯的尼龙。电缆和水管放置在电缆夹板的空槽里,每隔几节设一个挡销以防电缆和水管从槽中脱出。两节电缆夹板之间的折弯角由结构限定,一般应大于电缆的许用最小弯曲半径。夹板链在电缆槽内拖动,电缆槽安装在工作面输送机的采空区侧,其宽度应略大于电缆夹板的宽度,其深度应使夹板链的折弯段不会翻出槽外。夹板链通过拖缆架组件和采煤机连接。为了防止夹板链被卡住拉断,在电缆架组件上装有安全保护装置,当拖移拉力超过限定值时,立即切断电源或停止采煤机牵引。有的采煤机还设有电缆拔脱的安全保护装置,当电缆从防爆喇叭口拔脱时,即切断电源。

直接式拖缆装置 利用强力电缆本身的铠装层来承受拖动拉力和保护电缆的一种拖缆装置。铠装层在电缆的外层由钢丝编织而成,外面再覆以绝缘的胶层。水管一般与电缆捆绑在一起在电缆槽内拖动,电缆槽安装在工作面输送机的采空区侧。强力电缆通过拖缆架组件和采煤机连接。在电缆架组件上分别设有防止电缆被卡住和电缆被拔脱的安全保护装置。这类拖缆装置由于强力电缆较粗,柔软性差,电缆使用寿命较短,且价格昂贵,保护性能又不如夹板链式拖缆装置,所以使用不多,只在薄煤层,倾角较大的煤层等特殊场合下使用。

(姚宇赫)

W

wugonggonglü buchāng

无功功率补偿 (reactive power compensation)

在电力系统中的变电所装设无功功率电源,以改变电力系统中无功功率的流动,从而提高电力系统的电压水平,减少网络损耗和改善电力系统的动态性能的技术措施。在交流电网中存在有功功率和无功功率。无功功率指电压 U 与电流 I 存在一相角差时,电流流过容性电抗 X_C 或感性电抗 X_L 时所形成的功率分量(分别为 $Q_C = I^2 X_C$ 和 $Q_L = I^2 X_L$)。当有功功率为一定值时,减少无功功率可以提高功率因数,使供电电流相应地减小。因此,可提高发电设备的有功功率和输、变电设备的供电能力,减少电网有功损耗,减小电压降。另外,由于电力部门对不同的功率因数规定了奖惩标准,补偿无功功率还可以减少用户的电费。

煤炭工业中各厂、矿的无功功率都是感性无功功率。无功补偿多采用在变、配电所装设并联电容器的补偿方式。对产生谐波的设备,如晶闸管供电的大型提升机等,则装设交流滤波装置或静止无功补偿器,除补偿无功功率外,还可降低电压波形畸变率。

并联电容补偿 用并联电容器组进行的一种静态的无功补偿。电力用户使用的变流电力设备中,绝大部分是感应电动机和变压器,都是感性负荷,同步电动机在欠激励磁下也是感性负荷,所以用户的无功功率总是感性无功功率。如果装设一些具有容性无功功率的

电容器,就会使总无功功率减小,于是功率因数也得到提高(图1)。

有功功率 $P = OA$; 无功功率 $Q = AB$;

补偿的无功功率 $Q_c = OD = BC$; 补偿后的无功功率 $Q' = AC$;

$$\text{补偿前功率因数 } \cos \phi_1 = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

$$\text{补偿后功率因数 } \cos \phi_2 = \frac{P}{\sqrt{P^2 + (Q - Q_c)^2}}$$

$$Q_c = P \left(\sqrt{\frac{1}{\cos^2 \phi_1} - 1} - \sqrt{\frac{1}{\cos^2 \phi_2} - 1} \right)$$

当装设一定容量的电容器后,如果负荷的有功功率和自然功率因数有变化,则补偿后的功率因数也相应变化,如图2所示。

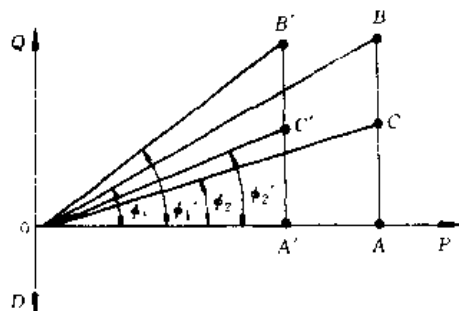


图2 补偿一定的无功功率后负荷变化时的功率因数变化

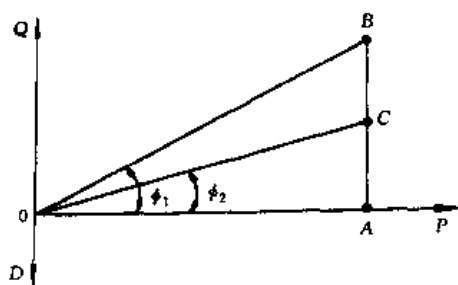


图1 补偿前、后的无功功率和功率因数

Q_c 不变, $Q_c = OD = BC = B'C'$;

P 变为 $P' = OA'$;

$\cos \phi_1$ 变为 $\cos \phi_1'$;

$\cos \phi_2$ 变为 $\cos \phi_2'$;

对功率因数的要求 功率因素指交流电路吸收的有功功率与视在功率之比。中国电力部门规定,高压供电的工业用户的功率因数不得低于 0.9,其它 100kVA 及以上的电力用户的功率因数不得低于 0.85,功率因数不允许超前。在电价上规定了奖惩标准,鼓励提高功

率因数。煤炭工业厂、矿的自然功率因数一般都低于规定值,大多需要补偿,使电源进线上的功率因数达到规定值以上。

自然功率因数 自然功率因数是指用电设备在有无功补偿情况下的功率因数,对于整个厂、矿来说,是指在有无功补偿情况下的电源进线上的功率因数。提高整个厂、矿的自然功率因数有下列办法。

(1) 正确选择和使用感应电动机 工矿企业中使用的电动机绝大部分是感应电动机,感应电动机的负载接近电动机额定值时,功率因数接近额定值;负载在50%以下时,功率因数急剧下降。因此,电动机的容量应与负载配合,接近满载,运行中要避免空运转。

(2) 采用同步电动机 对于大型的负载稳定的机械,可采用同步电动机拖动,调节励磁电流至过激励磁,使电动机在超前功率因数下运行。

(3) 正确选择变压器 变压器的功率因数随负荷率的降低而降低,当负荷率在0.6以上时功率因数变化不大;负荷率在0.6以下时功率因数显著下降。选择变压器容量时,负荷率不宜过低。

(4) 感应电动机同步化 绕线型感应电动机的转子中通入直流电流励磁,使感应电动机同步化,可以得到如同同步电动机的运行特性。对已有的大型绕线型电动机,当其负荷率在0.7以下且最大负荷不大于额定值的0.9时,需要时可采用同步化措施,但应从补偿效果和经济合理性加以比较确定。

补偿电容器的设置方式 当有功功率一定时,将全矿(厂)的功率因数提高到某一值,需要一定的无功功率,对供给这些无功功率的电容器合理地设置,须作技术经济比较。

(1) 高压补偿和低压补偿 高压补偿是采用高压电容器,设置在高压电网中;低压补偿是采用低压电容器,设置在低压电网中。从补偿效益来说,电容器的设置点越接近负荷侧补偿效益越好,低压电容器比高压电容器接近负荷,补偿效益好;但同样容量的电容器,低压电容器的价格高。

在煤矿中、大多在6(10) kV高压电网中装设高压补偿电容器,只在负荷功率因数低、线路长的场所,或大容量低压电动机处,设置低压补偿电容器。在有大容量谐波源的电网中,补偿电容器还应和谐波滤波器结合考虑。

(2) 集中补偿和分散补偿 集中补偿是将补偿电容器集中装设在主变电所,当一段母线上的电容器容量过大时,可以分为几组,负荷变化时及时切换或自动切换,分组容量按需要而定,并以合闸涌流校验。分散补偿是将补偿电容器分散装设在各处,如井上、下各变

电所的高、低压侧及大容量电动机旁。集中补偿和分散补偿相比较:分散补偿时,电容器的设置点接近负荷,所以补偿效果好,但因分散装设、开关设备加多,总的电容器容量比集中装设时要加大,所以设备费用高。采用分散补偿方式时,在各个补偿点的无功功率应合理分配,使整个电网的损耗最小,在电阻大的线路末端多设一些电容器,可以减少该线路的损耗。装在电动机旁的分散补偿又称就地无功功率补偿。就地补偿的电容器容量不宜超过电动机容量的1/3,以免产生过补偿。

煤矿的集中补偿通常将电容器集中装设在地面变电所的6(10) kV母线上。小型煤矿一般采用在地面变电所集中补偿的方式。大、中型煤矿可采用集中和分散相结合的补偿方式,在地面主变电所及其它变电所的高压母线上各设一部分电容器。另外,也可在低压电网及电动机旁设电容器。设在井下主变电所和采区变电所的电容器柜须分别采用矿用型和防爆型。

(邵继棠)

wusun jiance jishu

无损检测技术 (nondestructive testing technique)

以不损坏被检测对象的使用性能为前提,对各种工程材料或设备构件的完整性、连续性、物理性质进行检测,并为判定工程材料或设备构件是否正常提供信息的各种检测技术的总称。国际标准化组织(ISO)认可的无损检测技术有超声、射线、渗透、磁粉和涡流探伤等5种方法。

超声探伤法 通过压电晶体探头,将电振荡转变为超声波,入射到工程材料或设备构件,如遇缺陷则超声波被反射、散射或衰减,再经探头接收后变成电信号,并放大、显示在超声波探伤仪的荧光屏上。根据相应的原则,将荧光屏上显示的信息判定缺陷的部位、大小和性质。超声波探伤法不仅可检测被测物体表面的缺陷,还可以探测到内部的缺陷。

射线探伤法 用X或 γ 射线穿透被探物体时,由于物体的吸收和散射,其强度将减弱。当物体含有气孔时,由于气孔不吸收射线,易于通过。反之,如混有易吸收射线的异物时,射线就难于通过。用等强度射线照射被测物体,使通过的射线在感光底片上感光,显影后就得到与补测物体内部结构或缺陷相对应的黑度不同的图象。从而可根据底片的显示来确定缺陷的种类、大小和分布情况等。射线探伤法可检测到被测物体的各部缺陷的投影,并可按相应的标准来评定缺陷的危害程度。

渗透探伤法 适用于各种材料和构件的表面开裂缺陷的探伤。在进行渗透探伤时,首先对待测表面进行



预处理,清除油脂、涂料、铁锈、污垢等附着物,防止影响渗透剂渗入缺陷。然后将渗透剂用浸、喷、刷等适宜的方法覆盖在待测物预计缺陷位置的表面,使其有足够的时间充分地渗入到缺陷中去。一般根据渗透剂、材质、尺寸大小的不同,渗透时间为10~20min。根据渗透剂类型的不同,采用直接用水(或乳化液)去除或用溶剂擦除等方法去除表面多余的渗透剂。待表面干燥后,即在渗透剂表面处涂一层显象剂薄膜,使残留在缺陷中的渗透剂由于毛细管作用被吸出,并扩散进入显象剂薄膜之中,形成足够大的色带显示痕迹。如果为着色渗透法,在大于100Lx的照度下即可观察;如为荧光渗透法,则用紫外线在暗室中照射进行观察显象痕迹。作记录后,清除残留显象剂,恢复物体原表面状态。

磁粉探伤法 铁磁性材质的构件表面或近表层有缺陷时,如被强磁场磁化,则会有部分磁力线外溢形成漏磁场,这时如在构件表面施撒磁粉,将由于其吸附作用显示出缺陷的痕迹。磁粉探伤法应用已有50多年

史,中国煤矿在50年代也开始应用这种方法,并制成专用的试验台检测小型零件的表面缺陷。

涡流探伤法 涡流探伤法以电磁感应原理为基础。当导电的构件表面靠近通交流电的检测线圈时,将在构件表层感应出涡流。由于表面的缺陷会改变涡流的大小和分布,从而可根据所测得的涡流变化量,判断缺陷的情况。涡流探伤法的适用范围仅限于导体的表层(即表面和近表面)。

除上述5种方法外,美国还将泄漏探伤、中子射线探伤、声发射检测,日本将应力测量,英国将环境监测列入无损检测技术的范围。

参考书目

J. 克劳特克洛默等著,《超声检测技术》,广东科技出版社,1984。

吴前驱等编著,《表面无损检验》,水利电力出版社,1991。

[英]J. 西拉德主编,《超声检测新技术》,科学出版社,1991。

(李 纪)



X

xiangmin guoliu baohu

相敏过流保护 (phase-sensitive

overcurrent protection) 利用供电系统中过电流的幅值及其相位角两个特征量构成的继电保护。常用于区分短路电流与大容量电动机的起动电流,以提高灵敏度和可靠性的继电保护。

特点 煤矿井下供电系统的主要特点是:供电变压器的容量较小、供电范围大、线路长、电缆截面较小,因而常常出现供电系统远端两相短路电流值与同一供电系统中的大容量异步电动机直接起动电流值比较接近的情况,造成常规的、以电流幅值作为动作门槛的过电流保护整定困难、误动作频繁、可靠性降低。为此,往往采取加大变压器容量、扩大电缆截面、调整供电范围等不经济的措施解决,其效果不够理想。根据供电系统远端短路电流的相位角往往较小($\phi=0\sim 20^\circ$, $\cos\phi=1\sim 0.94$),而电动机直接起动电流的相位角往往较大($\phi=60\sim 75^\circ$, $\cos\phi=0.50\sim 0.25$)这一特点,70年代英国煤矿率先把相敏过流保护用于煤矿井下供电系统,取得了良好效果。以后,许多国家也采用了这一技术。中国于1989年研制成矿用相敏过流保护器,现已推广使用。

工作原理 典型的相敏过流保护特性与常规过流保护特性的区别如图1所示。常规过流保护特性平行于X轴(ϕ 轴),即保护动作与 ϕ 值无关,只要电流值超过平行线,保护装置就动作。如果整定在虚线位置,则电动机起动时就可能误动作。一般要求常规过电流保护特性高于起动电流值,而且规程要求供电系统中最小两相短路电流值比过流保护整定值

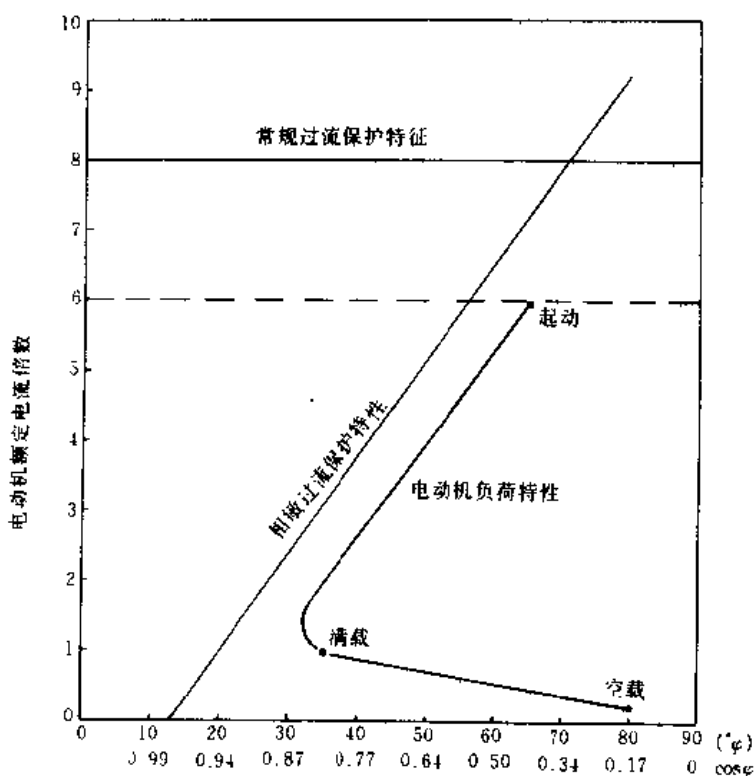


图1 相敏与常规过流保护特性

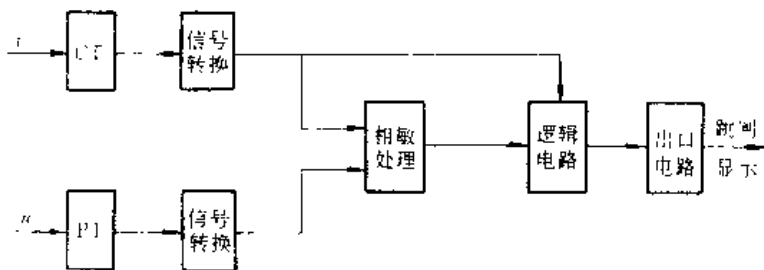


图2 相敏过流保护器工作原理框图

CT—电流变换器; PT—电压互感器

大于50%,从而确保动作的可靠性。在煤矿井下供电系统中许多场合难以满足上述要求。相敏过流保护特



性近似于一条斜线,即使电流值不大,但 ϕ 角较小,保护也能正确动作。相敏过流保护特性就是与电动机电流特性很好地相匹配。相敏过流保护器的工作原理方框图如上页图2所示。

用电子线路实现框图中的功能方法很多,有模拟电路、数字电路等,较新的采用微处理器来实现。实际应用相敏过流保护器时要十分注意电流、电压信号的极性,以免造成相位混乱引起保护的拒动或误动。

(折贤同)

最远联络距离可达1.5km,超过此距离,一般采用无线电漏泄传输方式较好。无线电感应传输的频率为0.2~1MHz,联络信号调制方式为ASK、FSK,也有采用PSK,通信调制方式为AM、FM。由于体积和本安能量的限制,发射机输出功率为0.5~1W,接收机灵敏度为0.5~3mV/m。斜井人车上一般装有联络信号装置,以提高联络的可靠性,其发展趋势是将通信信号合为一体,改进天线结构,提高发射效率,增加打点记忆以及语言报警等。

(郭成伟)

xiejing renche tongxin xinhao zhuangzhi

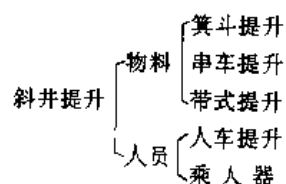
斜井人车通信、信号装置 (communication and signaling unit for inclined shaft man car)

矿山斜井人车与绞车房之间进行联络的装置。早期矿山斜井人车信号联络采用有线传输方式,沿斜井上帮附近架设一条裸露的钢线,把钢轨作为另一导体,绞车房内设控制装置接于两导体之间。斜井把勾工与绞车房司机联络时,利用称作“钢鞭”的装置搭接导线来打信号,为了防止任一导体搭接于架设导体与钢轨之间误发信号,有的信号装置将驱动馈电由绞车房信号器内移到把勾工手持鞭内(通常加装电池),由于这种人车信号装置受传输材质、周围环境的影响,有时信号联络不畅。

20世纪70年代末,80年代初,国内外已采用无线电传输方式,又分无线感应方式和无线漏泄方式。中国常用的斜井人车信号装置采用无线感应方式,绞车房内设有无线电接收机,利用斜井中的感应媒体(如动力线、信号线、通信线等金属导体)进行通信、信号联络。无线电发射机由编码、主振、调制、功放、天线5部分组成,无线电接收由高放、混频、本振、中放检波、低放、译码等7部分组成。在斜井中感应体铺设良好时,

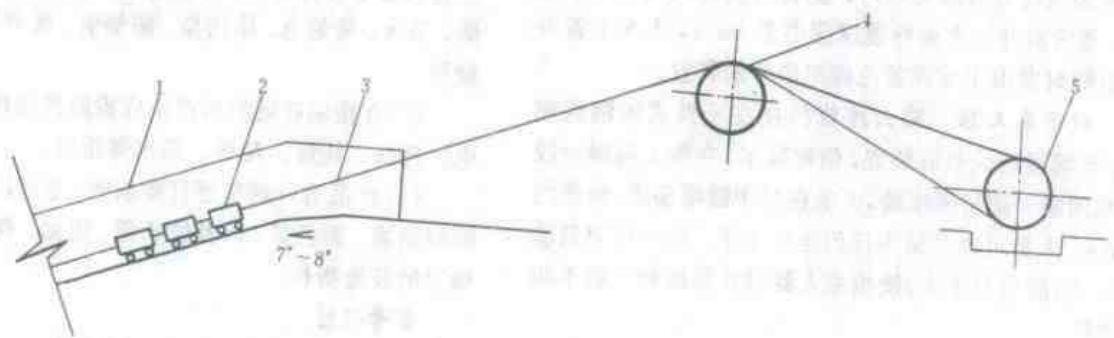
xiejing tisheng shebei

斜井提升设备 (hoisting equipment in inclined shaft) 沿斜井井筒提运煤炭、矸石和升降人员、器材等的设备。按提升对象和提长方式及系统的不同斜井提升所用设备各不相同。斜井提升方式分为:



斜井箕斗提升 采用斜井箕斗作提升容器,沿倾斜巷道进行煤炭或矸石的提升方式。适用于井筒倾角在 20° ~ 35° 之间的斜井。

斜井提升箕斗有前倾式和后卸式两种,后者应用较广。斜井箕斗一般作双钩提升,装、卸载可以自动化,自重小、效率高,允许的提速度较大,适用于年产量较大的矿井。但它装、卸载设备较复杂,开凿井下硐室费用高,维护费用大,只能作单一品种一煤或矸石的提



斜井串车提升系统

1—井筒; 2—矿车; 3—钢丝绳; 4—天轮; 5—提升机

升,同时还要配置一个副井。

斜井串车提升 由两个以上矿车组成列车,挂在提升钢丝绳的一端,利用提升机卷筒正、反方向转动,实现矿车升降的提升方式(见上页图)。斜井串车提升适合于中、小型矿井的主、副井提升以及煤层较浅的大型矿井的副井。它投资小、建设快,但井筒倾角不宜大于 25° ,否则运行时矿车内的煤容易撒出。串车提升分单钩和双钩两种方式。

单钩串车提升 在提升机卷筒上只缠绕一根钢丝绳,绳端挂一列矿车,利用卷筒正、反转使矿车升降的提升方式。优点是提升机体积小,价格较低,井筒断面小,开凿费用少;便于多水平提升并适应井筒的延伸;井口布置成甩车场,可及时发现未连接妥当的矿车。缺点是:不平衡张力大,电机功率大;单钩甩车场中提升操作频繁。适用于提升能力较小的矿井。

双钩串车提升 在提升机卷筒上正、反向各缠绕一根钢丝绳,绳端各挂一列矿车,卷筒转动时,一列矿车上升,另一列下降的提升方式。优点是:两列矿车自重得到平衡,电动机功率较小。缺点是:提升机体积较大;井筒断面大;不便于多水平提升;井口布置成平车场,不易发现未连接妥当的矿车;井口需设置推车机,井口车场坡度不易调整。

斜井带式提升 在斜井中,采用带式输送机提升煤炭的方式。当倾角大于 16° 时宜采用大倾角带式输送机。

用于斜井带式提升的带式输送机有滚筒驱动和钢丝绳牵引两种。广泛使用的为高强度的钢绳芯带式输送机,它可使单台输送机长度增加,避免在井筒中布置驱动装置。带式提升能连续作业、运量大且运输费用低、效率高;便于自动化生产。但要配置副井。

斜井人车提升 斜井人车由头车与挂车组成列车,由提升机通过钢丝绳牵引的提升方式。人车指矿山运送人员的车辆。头车上设有保险装置,运行中如钢丝绳断裂或前方有障碍物时,能自行制动或人工操作制动。通常斜井人车运行速度应小于 4m/s ,人车上备有可以随时发出正常或紧急停车信号的装置。

斜井乘人器 乘人座椅吊挂在无极式的钢丝绳上,连续运送人员的装置,俗称猴车。在绳上每隔一段距离固定一副吊架座椅,人坐在椅中随绳前进。绳速约 1m/s ,人员可在井筒中任何地点上下。每一吊架只能乘一人,故运量不大。使用乘人器时井筒倾角一般不超过 25° 。

(李德楷)

xingshi shiyan

型式试验 (type test) 用仪器、试验装置,或其他分析方法(物理的和化学的),按产品标准中规定的相应项目及方法对产品的样品进行检验的过程。其目的是对新产品样品质量进行全面考核,作为产品验收、定型鉴定的依据。

产品的型式试验应在其元部件符合型式试验规范的要求和产品符合出厂试验规范的要求基础上进行。有下列情况之一时,一般应进行型式试验:

- (1) 新产品或老产品转厂生产的试制、定型鉴定;
- (2) 正式生产后,如结构、材料、工艺有较大改变,可能影响产品性能时;
- (3) 正常生产时,定期或积累一定产量后,应周期性进行一次试验;
- (4) 产品长期停产后,恢复生产时;
- (5) 出厂试验结果与上次型式试验有较大差异时;
- (6) 国家质量监督机构提出进行型式试验要求时。

基本内容

(1) 产品在运输、贮存和使用中可能遇到的实际环境条件的适应性检验。

(2) 根据产品具体情况,选择直接反映产品使用性能的指标,或者间接反映使用性能的可靠代用指标的检验,如模拟的工作环境下的生产能力、功率、效率、速度、灵敏度、寿命、几何尺寸、运动参数、配套性能、接口和互换性等。

有可靠性要求的产品应尽量地规定可靠性指标,并加以检验,如失效率、平均寿命、平均无故障工作时间或强迫停机等。

(3) 当产品的理化性能对其使用十分重要,或者产品质量必须用理化性能加以保证时,应对产品的物理(机械)、化学和电磁性能等加以检验。

(4) 涉及卫生、安全、环境保护方面的问题,应遵守有关法令和标准,并将有关要求列入检验项目,如防爆、防火、防触电、防污染、防辐射、噪声限制及粉尘量等。

(5) 直接消耗能源的产品应检验其能耗指标,如耗电、耗油、耗煤、耗热、耗水等指标。

(6) 产品有外观和感官要求时,应加以检验,如表面缺陷值、颜色等,以及凭味觉、嗅觉、视觉、手感等确定的其他指标。

参考书目

[苏] И. Л. 爱利金, С. С. 卡扎科夫, Г. Е. 谢夫琴阔著, 黄守明译:《采煤设备的试验》, 煤炭工业出版社, 1984。

(柳 锋)

xudianchishi dianjiche

蓄电池式电机车 (battery locomotive) 由蓄电池供电,电牵引电动机驱动车轮的机车。一般使用在大巷和采区巷道、掘进和开拓巷道,也可使用在平峒中,主要担任煤炭、矸石、材料、设备及人员运输,亦有在井底车场、石门装车站等地段作为调车编组列车使用。

类型 按防爆类型分为一般型、防爆特殊型及隔爆型;按车轮材质可分为钢轮与胶套轮。

适应条件 蓄电池式电机车无需架线,用在不能架线或不许架线的地方。在煤矿井下煤(岩)与瓦斯突出的巷道严禁使用架线式电机车时,可以使用防爆特殊型蓄电池式电机车或隔爆型蓄电池式电机车,如果巷道坡度在1:10以下,又可采用防爆胶套轮电机车。蓄电池放电后需要复充电,在井下需设置蓄电池式电机车的充电硐室和充电设备。蓄电池储存能量有限,使用寿命较短。

基本结构 由电气、机械和压缩空气管路系统或液压管路系统及电源装置等4部分组成(见图)。

电源装置 为电机车提供电能的装置。按蓄电池的种类分为酸性蓄电池电源装置和碱性蓄电池电源装置。按防爆类别可分为一般型、防爆特殊型和隔爆型。电源装置的电压为48~196V;单只蓄电池容量(5小时率)为330~560A·h。

(1) 一般型蓄电池电源装置 采用的插销连接器为一般型,电池箱能防腐与透气。该电源装置只能使用在无瓦斯巷道或低瓦斯进风大巷中。

(2) 防爆特殊型蓄电池电源装置 在蓄电池内部杜绝产生火花和电路短路发热或起火的可能,外部控制蓄电池和电池箱因放电释出的氢气浓度在安全范围之内。防爆特殊型蓄电池电源装置由电池箱、蓄电池、

连接导线、插板、隔爆型连接器等部件组成。

蓄电池有铅酸蓄电池和碱性蓄电池两种。铅酸蓄电池作为牵引蓄电池又称车用蓄电池,每只蓄电池的额定电压为2V,放电容量以5小时率为单位。特殊型蓄电池的外壳体能经受不小于7.5J的冲击试验;有两个正极柱和两个负极柱;有透气和憎水作用的刚玉帽;蓄电池槽与盖之间用热合法联结;蓄电池的氢气析出量应不大于0.5ml/Ah·h;蓄电池之间的连接采用软连接导线,蓄电池与导线用焊接方法连接。碱性蓄电池只有普通蓄电池一种,即镍铁蓄电池。每只镍铁蓄电池的额定电压为1.2V,放电容量以5小时率为单位。

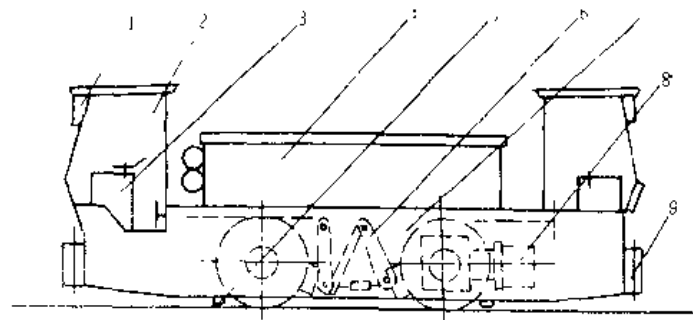
连接导线与蓄电池极柱的连接方式有3种:①极柱焊接;②螺栓连接,用螺栓与螺母夹紧连接导线,然后在螺母接触面上涂防松胶;③螺母连接,即用螺母压紧连接导线。

电池箱是容纳蓄电池组的容器。它要求:①有足够的强度和刚性,通常采用钢板焊接结构;②有适当的通风缝隙,以确保氢气在电池箱内的浓度不会超过标准;③电池箱的里衬应有绝缘覆盖层,一般使用橡胶层或喷塑层,也有用塑料板粘接的,其电阻值不小于5MΩ。

隔爆型插销连接器用于无负载时连通或断开电气设备,并对电气系统的短路及超负荷起保护作用。隔爆型插销连接器为单简单极隔爆型,接出线形式有两种:一种为双进线、单出线;另一种为单进线、单出线。它由插座及插头两部分组成,插座由插座体和端盖组合,外壳上有防止插头自行松脱的机构;正负插头上均有不同尺寸的销钉,与插座上螺旋槽配合,使插头不能骤然拔脱和避免正负极插错。隔爆插销连接器的接通和断开,只有在无载时才能进行。

(3) 隔爆型蓄电池电源装置 有两种类型:叠片式蓄电池电源装置与铜丝网式蓄电池电源装置,它们的防爆原理是相同的。

叠片式蓄电池电源装置包括:①减压装置,使箱内的压力与箱外压力处于平衡,对于电源箱工作起到安全保护作用。主要由若干叠片组成通风小箱,其外部具有防止偶然机械或外界损坏的保护结构,叠片由不锈钢片或难熔金属片制成,排气方向的长度不小于50mm,垂直方向不大于70mm,厚度不小于1mm,片与片之间隙不大于0.5mm;②消氢装置,主要用于加速氢的还原作用,消氢元件采用单金属钨或铂钨元件;③加热装置用于给催化剂初期工作时预热,通常电热管的工作温度控制在200℃左右。为了监视电热管的工作状态,在电池箱端板处装设一个监视孔,内装二极管发光管供显示用;④氢气浓度指示器,用于随



蓄电池式电机车

1—照明灯;2—司机室;3—控制器;4—电源装置;5—撒砂装置;6—制动装置;7—车架;8—传动装置;9—缓冲装置

时监视箱内蓄电池释放的氢气浓度。电池箱为隔爆型结构,采用普通型铅酸蓄电池或普通型碱性蓄电池,亦可选用特殊型铅酸蓄电池,并设有隔爆型插销连接器。

铜丝网式蓄电池电源装置的减压装置采用多层铜丝网结构,外部亦有防止偶然机械或外界损坏的保护结构,电池箱为隔爆型。

为了提高电机车的爬坡能力,煤矿井下使用了防爆特殊型蓄电池胶套轮电机车,可用于 $1:10$ 以下轨道坡度上为采煤或掘进工作面运输矸石、材料、设备和人员。该种电机车的制动装置、减速装置及车轮结构不同于其他的防爆特殊型蓄电池式电机车:①装设包有胶套的轮箍,胶套轮轮箍由天然橡胶或合成材料制成。轮箍与轮芯的装配采用压入法,也可以用螺栓连接。胶套轮轮箍具有摩擦系数大,耐磨、耐油,阻燃和抗静电性能,有足够的抗拉强度等特点,因而可以提高机车爬坡能力。②采用手制动、压缩空气制动、液压制动、电能耗制动等多套装置来实现停车、工作及紧急制动。③由于装设了胶套轮,在弯道运行时为了防止车轮脱轨,轮轴上装有差速装置。

简史与发展趋势 1835年,荷兰的斯特拉廷和贝克尔试制以电池供电的两轴小型电机车。1842年,苏格兰的R·戴维森制造出一台由40组电池供电的标准轨距的电机车。19世纪末,蓄电池电机车已广泛流行。中国煤矿井下于1955年6月使用隔爆型叠片式蓄电池式电机车。70年代又使用一批隔爆型铜丝网式蓄电池式电机车。80年代研制成防爆特殊型蓄电池式电机车,并逐步形成2.5t、5t、8t、12t系列产品在煤矿广泛推广使用。

国外蓄电池式电机车已发展成粘着重量小到1t以下、大到25t的系列。在井下运输大巷已经使用电子计算机控制无人驾驶的电机车。

(刘学斌)

xuanbishi juejinji

悬臂式掘进机 (boom-type roadheader)

装有悬臂和截割头的部分断面掘进机。它依靠安装在悬臂前端的截割头的旋转和悬臂的上、下、左、右摆动,依次破落煤(岩),并具有装载及行走功能。主要用于煤矿井下采区准备巷道的掘进作业,可掘出梯形、拱形、矩形等断面的巷道。

分类 按截割头布置方式可分纵轴式和横轴式两种(见彩照插页第1页)。按掘进对象分为煤巷、半煤岩巷和全岩巷悬臂式掘进机三种。按机器的驱动形式可分为电力驱动(各机构均为电动机驱动)和电—液驱动(除截割机构为电动机驱动外其它机构均为电

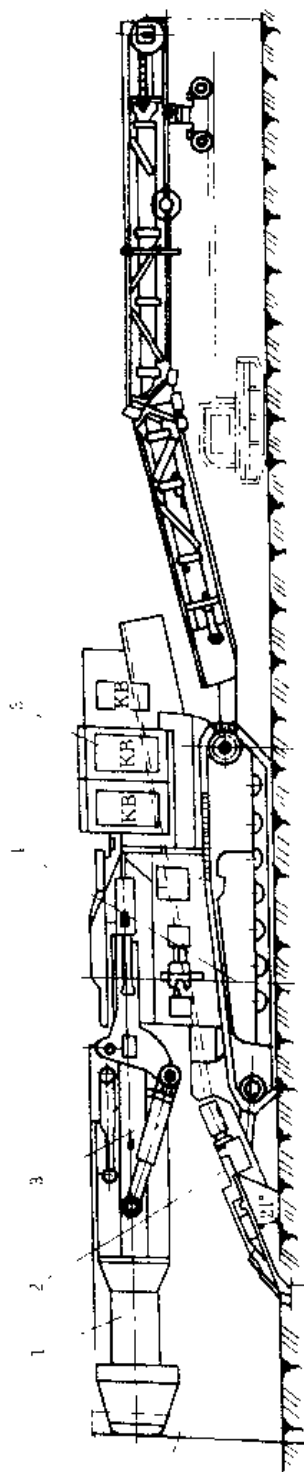


图1 悬臂式掘进机工作面
1—截割机构; 2—装运机构; 3—升降油缸; 4—行走机构; 5—电控箱



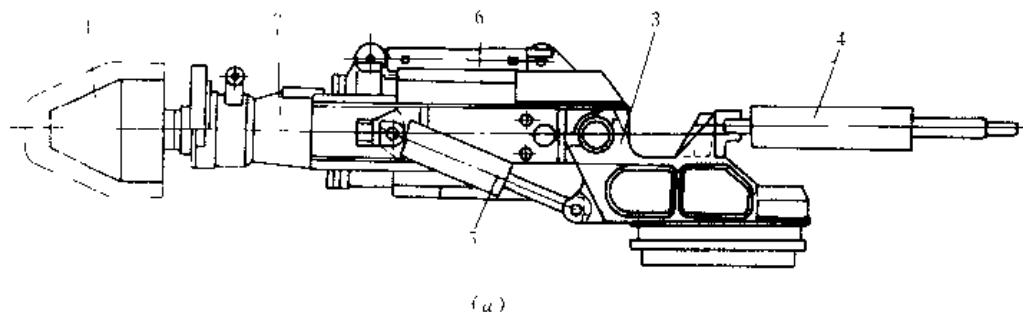
——液驱动)两种。

工作原理 悬臂式掘进机具有截割、装载转运煤(岩)和调动行走等功能。工作时,截割机构的截割头输出的扭矩和升降或回转液压缸的推、拉力共同转化为截齿的截割力并施于煤(岩)壁上,将煤(岩)从煤层或围岩的基体上破落。同时,装载机构不断地将破落下的煤(岩)装入中间刮板输送机转运至机后卸载。依靠臂杆带动截割头上、下、左、右,依次截割完巷道的全断面之后,开动行走机构前进,再进行下一个循环的截割。机上还装有内、外喷雾装置(或吸尘器),以减少空气中粉尘浓度。各个机构的动作和各个系统的控

制均由司机在机器的操纵台上操纵。

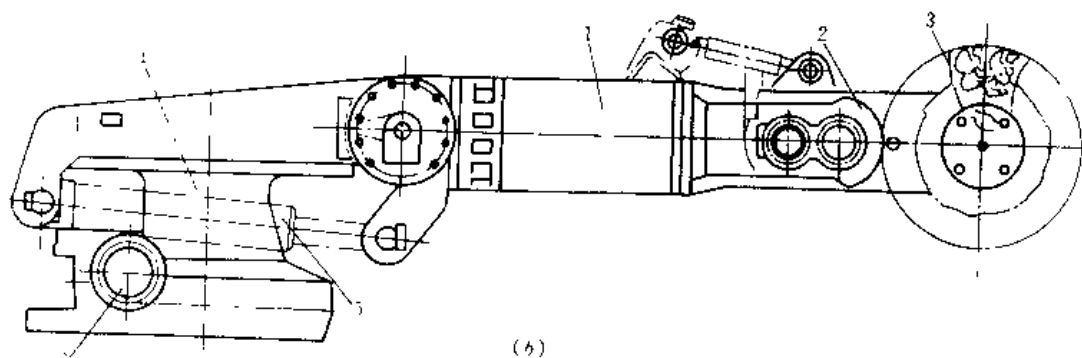
基本结构 悬臂式掘进机由截割机构、装运机构、行走机构、液压系统、电控系统和喷雾降尘系统等组成(图1)。

截割机构 由悬臂和截割头组成的破煤(岩)机构。截割头直接作用在巷道局部断面的煤(岩)上,依靠悬臂及液压缸使截割头上、下、左、右移动,依次完成整个巷道断面煤(岩)的截割。按截割头布置方式分为纵轴式和横轴式两种;前者主要由截割头、悬臂、回转座及升降、回转、伸缩液压缸等组成(图2a)。后者是在悬臂两侧各装一个截割头(图2b)。



a—纵轴式截割机构

1—截割头;2—工作臂;3—回转座;4—水平液压缸;5—升降液压缸;6—伸缩液压缸



b—横轴式截割机构

1—电动机;2—传动齿轮箱;3—截割头;4—回转座;5—升降液压缸;6—水平液压缸

图2 悬臂式掘进机截割机构

(1) **截割头** 掘进机上直接切割破碎煤(岩)的旋转部件。纵轴式截割头安装在悬臂纵向主轴上,外廓呈截锥体。截割头上焊有若干按螺旋线排列的齿座,截齿插入齿座之中。横轴式的两个截割头分别安装在悬臂传动齿轮箱输出轴的两端,外廓呈半椭圆球体,其上装有按螺旋线排列的截齿。左右两截割头截齿排列的螺旋线方向相反。

(2) **悬臂** 安装和驱动截割头并能摆动的臂状部件。横轴式截割机构的悬臂由工作臂、传动齿轮箱和电动机等组成,一般是不可伸缩的;纵轴式截割机构的悬臂由电动机、传动齿轮箱、框架(或工作臂、伸缩液压缸)等组成,可伸缩悬臂的外伸缩一般为燕尾导向结构,内伸缩一般为套筒式结构。伸缩行程在0.5m~1m范围之内。

截割头及悬臂上分别装有内外喷雾的喷嘴及通水管路。

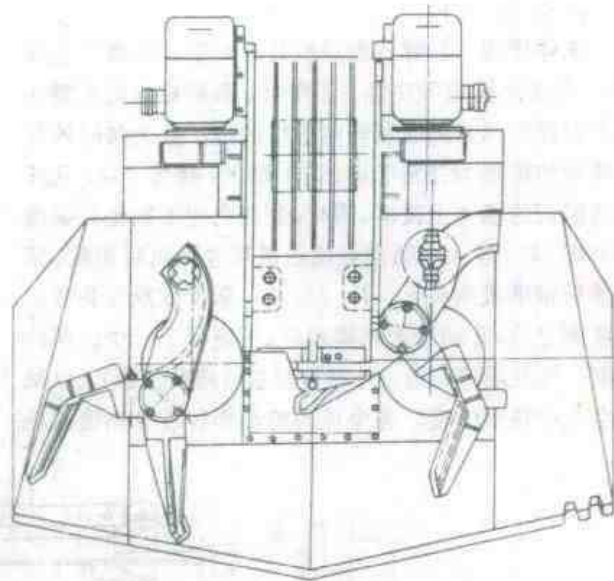
(3) 回转座 支承整个截割机构,由转座、底座及轴承等组成。底座与主机架固定连接。转座与底座之间装有轴承,悬臂和升降液压缸、回转液压缸都装在转座上。通过一对升降液压缸推动悬臂上下摆动;一对回转液压缸推动转座使悬臂左右摆动。

装运机构 将截割机构破落的煤(岩)装入中间输送机送至机后卸载的机构。由装载机构和中间输送机两部分组成。

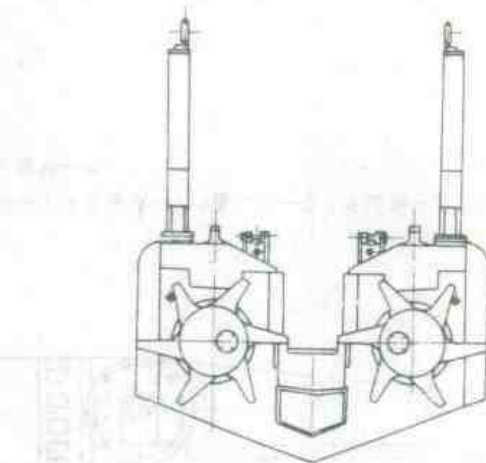
(1) 装载机构 由电动机(或液压马达)、传动齿轮箱、安全联轴器、集料装置、铲装板等组成。铲装板是基体,呈倾斜安装在主机架前端,后部与中间输送机连接,前端与巷道底板相接触,靠液压缸推动可作上下摆动。为增加装载宽度,有的铲装板装有左右副铲装板,有的则借助一个水平液压缸推动铲装板左右摆动。铲装板上装有集料装置,由铲装板下面的传动齿轮箱带动。扒爪式装载机构由偏心盘带动扒爪运动,两扒爪相位差为 180° ,扒爪尖的运动轨迹为腰形封闭曲线。星轮式装载机构的星轮直接装在传动齿轮箱输出轴上,靠星轮旋轮将煤(岩)扒入中间输送机(图3)。

传动系统中装有过载安全联轴器,以防集料装置和中间输送机被卡阻堵转而损坏传动件或烧毁电动机。对于集中驱动结构,可由中间输送机的刮板链带动装载机构的传动齿轮箱工作,不需要再装电动机(或液压马达)和安全联轴器。

(2) 中间输送机 由电动机(或液压马达)、传动齿轮箱、安全联轴器、驱动轴、改向轴、张紧装置、链条、刮板和机槽等组成。在集中驱动,而且电动机或液压马达安装在装载机构上的情况下,中间输送机不需

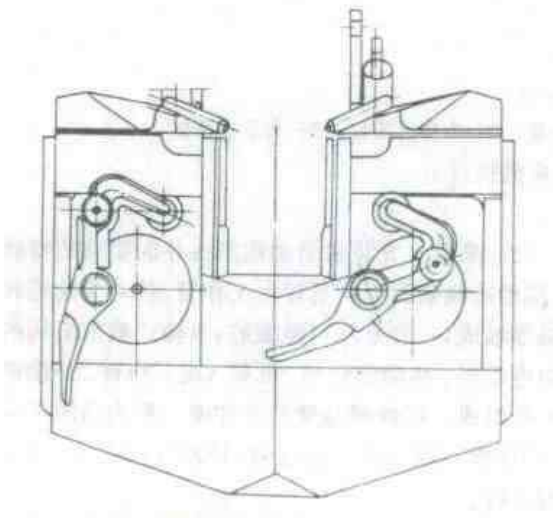


(a)



(b)

图3 扒爪式和星轮式装载机构
a—单扒爪式; b—双扒爪式; c—星轮式



要再装电动机或液压马达,中间输送机在掘进机的主机架中间通过,与地平面成一定角度布置,并升高到一定的卸载高度。固定安装的中间输送机机槽与主机架固定连接,仅铲装板可以上下摆动。非固定安装的中间输送机的机槽与铲装板固定连接,输送机的一端浮动支承在掘进机的主机架上,另一端由铲装板的升降液压缸支撑,铲装板与中间输送机可同时上下摆动。

行走机构 驱动悬臂式掘进机前进,后退和转弯并能在掘进作业时使机器向前推进(见掘进机械履带行走机构)。



液压系统 控制悬臂上、下、左、右移动,驱动装运机构中间输送机、集料装置及行走机构的驱动轮。由液压泵、液压马达、液压缸、驱动电机、控制阀、油箱、过滤器和管路等组成。

电控系统 驱动、控制悬臂式掘进机上述机构电动机的运转,同时也对照明、警铃信号、故障显示、瓦斯报警等进行控制。

喷雾降尘系统 采用喷射水雾的方式来降低掘进工作面煤(岩)粉尘浓度的系统(见悬臂式掘进机降尘系统)。

简史和发展趋势 1949年匈牙利研制出世界上第一台F型悬臂式掘进机。前苏联在20世纪50年代初研制成功ПK-3型,又于60年代生产ПK-3M型悬臂式掘进机,在此之后,又生产4ПΠ系列产品,直到70年代中期,开发出ΠΠK系列悬臂式掘进机。奥地利、英国、德国和日本等国也先后于六、七十年代开始研制。中国1962年开始进行悬臂式掘进机的研制,目前已生产的掘进机可截割岩石的单轴抗压强度为60~70MPa,截割机构功率达160kW,最大掘进断面面积为22m²,机重约50t。当前国际上悬臂式掘进机可截割岩石的单轴抗压强度可达150MPa,截割机构功率达400kW,机重120t。为适应日益加大的开发强度和矿井集中生产的要求,在国际上悬臂式掘进机的研制正朝着大功率、矮机型、重型化、截割硬砂岩方面发展,因此研制高性能硬质合金锥形截齿及复合型硬质合金截齿也同步进行。在提高内、外喷雾降尘的基础上,进一步研究综合降尘技术。在自动化控制技术方面主要研制离机操纵,自动故障诊断,工况监测和监控,自动控制截割断面轮廓等新技术。

(常 建 黄文元)

xuanbishi juejinji jiangchen xitong

悬臂式掘进机降尘系统 (dust-suppression system of boom-type roadheader) 为降低悬臂式掘进机在作业中产生的粉尘浓度而装备的整套设施。有喷雾降尘系统和除尘器降尘系统两种形式。

喷雾降尘系统 通过喷射水雾达到降尘的目的。悬臂式掘进机上应具有内、外喷雾降尘系统。喷雾降尘系统由水泵站、减压阀、节流阀、溢流阀、过滤器、喷嘴、管路和接头等组成。

外喷雾降尘系统 喷嘴设于工作机构外部的降尘系统。从地面送到井下的自然压力水,经过进水过滤器后通过进水阀进入管路送至外喷雾降尘系统。用于外喷雾的水先用来冷却悬臂式掘进机液压系统的液压油及截割机构的水冷电动机。由于液压系统的冷却器和

截割机构的水冷电动机不能承受过高的水压,因此在水路系统中装减压阀和溢流阀,以保证系统中水压稳定在调定值上。为了达到良好的喷雾降尘效果,系统中装有节流阀用以调节流量。水流经过系统中各元件后从喷嘴呈雾状喷出。

内喷雾降尘系统 喷嘴设于工作机构内部的降尘系统。一般与外喷雾系统的水路并联。进水可经外喷雾系统的减压阀后引入水泵站,在进入水泵站之前,可根据需要串入减压阀和进水过滤器。由水泵站输出的压力水经管路流向掘进机的悬臂。对纵轴式截割机构,水流由悬臂主轴中心里面的中心导水管流入截割头内,然后从截割头上的喷嘴喷出。因为中心导水管是随着主轴和截割头一齐旋转的,所以在中心导水管的进水端装有回转密封。对横轴式截割机构,水流由配水盘进入截割头内,然后从喷嘴喷出。内喷雾系统所用的水泵站可以装在悬臂式掘进机上,也可以放在巷道中。

除尘器降尘系统 通过专用的除尘装置收集工作环境中的粉尘达到降尘的目的。它由装在掘进机悬臂上的吸尘箱、除尘器、连接吸尘箱和除尘器之间的风筒以及向除尘器供水的管路、截止阀、过滤器、减压阀等组成。除尘器吸入含尘空气,然后在除尘器中对含尘空气进行湿润分离或湿润过滤使空气净化,经过净化的空气再排到悬臂式掘进机后的巷道中。从含尘空气中分离出的粉尘在除尘器中与喷雾水混合形成泥浆,由除尘器的污水管中排出。

(赵殿明 黄文元)

xuanbishi juejinji zhengji shiyan

悬臂式掘进机整机试验 (testing of boom-type roadheader) 在建有模拟掘进工作面的专用试验室中,按规定的內容和要求对组装成整机的悬臂式掘进机的各项性能指标及主要参数进行检验和考核,以验证产品的掘进能力、爬坡性能、装运能力以及配套性及适用条件,并为发展悬臂式掘进机提供实验依据。世界上具有悬臂式掘进机整机试验条件的国家有俄国、英国和德国,中国在1987年也建立了相似规模和测试水平的悬臂式掘进机整机试验室。

试验内容 悬臂式掘进机整机试验时,按机器使用条件(包括巷道的断面尺寸、煤、岩的硬度等)建造模拟巷道,作为截割加载对象。试验内容有测量外形尺寸、整机重量、机器重心和调整尺寸,检查外观和装配质量,空载和截割试验。

机器重心 利用杠杆原理,测量并计算重心的纵向、横向和高度坐标,其纵向、横向坐标不得超过设计值的规定误差。

调整尺寸 测量悬臂左右摆动行程、耙爪臂下平面与铲板表面的间隙和刮板链条的张紧度。将掘进机架起,运转履带,测量下链的悬垂度。

外观和装配质量 检验标志、铭牌及油漆质量,检测悬臂滑道的配合和配合面接触质量,检查截齿与齿座的配合及互换性,检查油管、水管及电缆的敷设质量,检测重要螺栓的扭矩。

空载试验

(1) 截割机构空载试验 分别将悬臂置于水平及上下极限位置,各按规定的转速和时间正反向运转。运转应平稳、无异常声响及过热现象。测录最大空载功率及悬臂摆动时各行程的时间。

(2) 装运机构空载试验 ①刮板输送机、耙爪、铲板空载试验:将铲板置于中间及左右极限位置的上、中、下9种工况位置,刮板输送机及耙爪按规定时间运转,在中间的上、中、下3个位置上再按规定时间反转。运转及摆动应平稳,无卡阻现象和撞击声。测录各位置空载功率(液压马达应记录压力及流量值)。②耙爪堵转试验:用硬木卡住耙爪,开动耙爪,使摩擦联轴器打滑,测录功率变化及打滑时间。③悬臂与装运机构安全试验:铲板置于正常工况位置,悬臂置于卧底位置,开动装运机构,横向摆动悬臂,两者不得干涉。装有防干涉安全装置时,动作应准确、灵敏、可靠。

(3) 行走机构空载试验 ①空载试验:将掘进机架空,按规定时间正、反向运转。主动轮应传动平稳、无冲击和振动现象。测录左、右驱动装置的空载功率。②行驶试验:在水泥、煤矸石混合制成的路面上(以下试验均按此路面),前进、后退各行驶规定距离,测录行驶时间、平均速度、跑偏量和功率。③转向试验:原地左、右各转 90° ,转动应灵活,无脱链、卡链及异常声响,测录转向功率及转弯半径。④最大牵引力试验:将掘进机与牵引杆相连接,中间安装拉力传感器,力作用线平行于地面,向前行驶直至履带打滑,测录全过程驱动装置功率及最大牵引力。⑤爬坡试验:在设计的最大坡度路面上进行前进、后退行驶,测录全过程的驱动装置功率。⑥制动试验:在设计的最大坡度路面上制动,然后用牵引杆施加外力,向下牵引,使掘进机下滑,测录下滑时外力的临界值。

(4) 液压系统空载试验 ①空运转试验:换向阀手柄置于中间位置,系统按规定时间空运转,多次操纵各手柄和按钮,测录液压系统空载功率及油温。②耐压试验:在液压系统运转、油箱油温达 50°C 时,按规定的压力及保压时间进行耐压试验,各密封处及零部件不得有渗漏现象及损坏现象。③油缸空载试验:各油缸多次全行程往复动作,测录各油缸动作过程中的空载

压力。④油缸密封性能试验:将悬臂置于水平位置,铲板置于中间上极限位置,分别测量各油缸活塞杆的收缩或伸长量,保持规定时间后再测量各油缸活塞杆收缩或伸长的变化量。

(5) 电气系统空载试验 在以上各机构空载试验过程中,各控制手柄、按钮操作灵活可靠,标牌指示内容应与实际功能和动作一致,各电动机工作正常,绝缘温升、空载电流等应符合设计要求。

(6) 除尘喷雾系统耐压及喷雾效果试验 按规定水压接通喷嘴,旋转切割头,试验喷雾效果,各密封处不得有渗漏和损坏现象,喷嘴无堵塞,喷雾均匀。

(7) 传动系统密封性能试验 在运转试验中检查各齿轮箱出轴密封,箱体结合面,放油、放水堵,液压系统,喷雾系统各元件及管路,不得有渗漏和松动现象。

(8) 空载噪声测定 分别开动截割机构、装运机构和行走机构及全部开动时,在司机座位处分别测定噪声值。

(9) 空载振动测定 开动各机构,在掘进机重心、司机座位、电气箱正上方的机体上,分别测定X、Y、Z三个方向的振幅及频率。

截割试验

(1) 横扫截割 截深及截厚分别等量增加,直至电动机满载。在满载时的截深和截厚的状况下,横扫截割几个循环。适当加大截深或截厚,使电动机按设计要求超载,测录截割功率、悬臂在水平位置的牵引力及牵引速度。测定电动机保护元件动作的灵敏度,计算截割能力和截割的比能耗。

(2) 截割性能试验 ①按电动机满载时的截割参数,连续截割煤(岩)壁,完成全断面掘进的若干个循环。②在设计的最大坡度上进行截割试验,完成全断面掘进的一个循环。分别测录切割功率、牵引速度、液压系统压力、电耗和实际产量。

(3) 装运能力试验 把煤(岩)渣堆成规定体积的料堆,开动装运机构和行走机构,进行装煤(岩)试验,测录装运驱动装置功率及装运能力。

(4) 负载噪声测定 当截割机构、装运机构同时进行负载试验时,测定司机座位处的噪声值。

(5) 负载振动测定 当截割机构、装运机构同时进行负载试验时,在掘进机重心、司机座位处、电气箱正上方,分别测录X、Y、Z三个方向的振幅及频率。

(6) 温升测定 在截割性能试验项目中,每一循环始末各测录一次液压油箱油温、冷却水进出口水温、各齿轮箱油池油温、电动机(或液压马达)外壳、轴承处外壳的温度。



(7) 截齿损耗测定 全部截割试验结束后, 计算所截割的煤(岩)实体体积, 统计截齿损耗量、损坏类型、磨损状况, 测定截齿损耗率。

(康杰勋)

xuanmei shebei

选煤设备 (coal preparation equipment)
(见加工利用卷)



Y

yali rongqi guanli

压力容器管理 (pressure container management)

对企业使用的表压在 0.1MPa 以上的各种压力容器,在设计、制造、安装、使用、修理、改造和检验的组织和管理工作中。煤炭行业使用的压力容器包括锅炉、空气压缩机储气罐和各种承压气瓶、罐。压力容器的管理主要是安全问题,如管理不善,将发生爆炸事故。将国家劳动部门制订一系列有关法规和标准,煤炭行业亦应严格遵守和执行。

分类 ①按压力容器压力高低可分为低压容器 ($0.1\text{MPa} \leq P < 1.6\text{MPa}$)、中压容器 ($1.6\text{MPa} \leq P < 10\text{MPa}$)、高压容器 ($10\text{MPa} \leq P < 100\text{MPa}$)、超高压容器 ($P \geq 100\text{MPa}$) 四个等级;②按压力和容器乘积的大小、介质危害程度,可分为一、二、三类;③按作用原理分有反应、换热、分离、储运 4 种容器。

主要内容 (1)设计和制造:设计应由获得设计资格的单位进行,属于一、二、三类压力容器的设计还应报劳动部门备案;制造单位亦需经劳动部门审查,其加工设备、技术力量和检验手段均符合要求,发给生产许可证才能制造。②安装:安装锅炉需由持有劳动部门颁发的安装许可证的单位进行。锅炉安装完毕需经劳动部门、安装、使用单位共同验收,合格后才能投入运行。③使用:应设专门机构或专职人员负责对锅炉、压力容器的安全技术管理,建立健全各种规章制度并进行监督、检查。锅炉工应由经过培训、考试取得合格证书者才能上岗操作,运行的锅炉应有水质化验设施,对水质进行检查和处理,锅炉或其它压力容器发生重大事故应报告劳动部门,经察看后再行处理。④改造与修理:改造锅炉应进行可行性分析和技术、经济论证并经劳动部门审批。锅炉应进行定期检修,季节性用锅炉,在取暖期过后应立即组织检修。检修锅炉和压力容器的焊工,要经过培训,取得劳动部门颁发的资格证书才能操作。⑤检验:对锅炉和其它压力容器焊缝质量和钢板厚度检验需使用仪器并由取得操作资格的人员进行,锅炉在安装或大修后应作严密性能试验,从外部检

查锅炉各部分的严密程度,包括水压试验、蒸汽严密性和漏风严密性试验。

(何振杰)

yanshi dianzuan

岩石电钻 (electric rock drill)

用于岩体钻孔的电动机具。即由电动机通过变速机构带动钻杆、钻头旋转,并以人工推压或其他机械方式推进,在软岩中钻孔的机具。用于岩石巷道掘进时钻炮孔,也可钻锚杆孔、探水孔、抽放瓦斯孔和煤层注水孔等。按推进方式可分为手持式和导轨式两种。

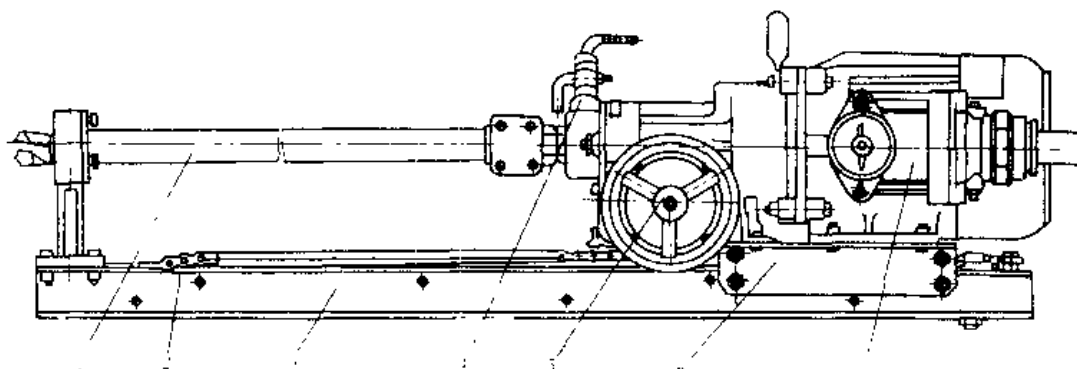
手持式岩石电钻 以手持方式推进,由电动机、减速器、开关等组成。适用于半煤岩或岩石单轴抗压强度小于 40MPa 的软岩巷道,炮孔直径 35~42mm,孔深 2m 以下。电压一般为 127V,功率 1.5kW。其结构原理与煤电钻相似(见煤电钻)。

导轨式岩石电钻 主机装在导轨上,工作时导轨固定在立柱上。推进机构有链式、齿条式和钢丝绳卷筒式三种。链式与齿条式的工作原理基本相同,推进的链条或齿条固定在导轨上,推进时,链轮(齿轮)与链条(齿条)相啮合,钻机即随链轮(齿轮)的转动而推进或后退。钢丝绳卷筒式其钢丝绳一端固定在导轨上,另一端固定在钻机的卷筒上,钻机工作时,卷筒缠绕钢丝绳牵引钻机前进,退回时,用人工拉回。

链式牵引的岩石电钻由钻机、导轨、钻杆、牵引链、托架等部件组成(见下页图)。

钻机由减速器、电动机和牵引链轮等组成。电动机为三相鼠笼异步式隔爆电机,有 2kW、3kW 和 127V、380V、660V 多种,电源频率 50Hz,风冷。一般采用综合保护起动机控制电动机的起动和停止。电动机经过两级齿轮减速后带动主轴转动,钻机的转速一般为 250r/min。

钻杆为六角中空钢或圆形中空钢,对边 22mm 和 25mm。钻杆插在主轴的六角形孔内,钻杆前端经内螺纹与钻头相连。钻机的排屑机构多采用侧式供水方



链式牵引岩石电钻

1—钻杆；2—牵引链；3—导轨；4—供水装置；
5—离合手轮；6—托架；7—钻机

式。主轴前端装有水封，压力水从机壳进入，通过主轴进入钻杆，冷却钻头并将岩屑从孔底排出。冲洗水压为 $0.2 \sim 0.3 \text{ MPa}$ 。采用干式钻孔时，钻杆为棱形截面，岩屑经钻杆的螺旋槽排出。

(温绍基)

yanhushi zhijia

掩护式支架 (shield support) 以单排立柱(一或两根)为主要支撑部件并带有掩护梁的液压支架。一般用于直接顶中等稳定以下，顶板周期来压不强烈的采煤工作面。

基本结构 由顶梁、掩护梁、底座、立柱、推移装置、连杆、活动侧护板和液压元部件等组成。单排立柱向前斜撑在底座与掩护梁或底座与顶梁之间，为保持顶梁的平衡在顶梁与掩护梁之间设有平衡千斤顶，支架侧面装有活动侧护板，支架底座上有稳定机构。

稳定机构 能承受水平推力和扭矩的机构。根据结构特点和性能，有单铰点、双铰链机构和单摆杆三类。单铰点式：即底座与掩护梁之间直接铰接，其结构简单，在早期掩护式支架中广泛采用，由于支架升降时梁端距变化大，对顶板支护不利，已很少采用。双铰链(四连杆)机构：自60年代开始用于液压支架以来，一直是应用最广泛的一种稳定机构，它由前、后连杆、掩护梁和底座组成。支架升降时梁端距变化很小，一般支架前连杆为两根单连杆，后连杆为两根单连杆或宽形整体连杆。为简化和紧凑支架结构，也有单双连杆组合使用的情况，即前后连杆都可为单连杆或双连杆。单摆杆式：是在顶梁与底座之间设1~2根连杆，其运动特性类似于单铰点式，故支架升降时梁端距变化较大，用于支架调高范围较小，直接顶完整性较好的场合。

分类 根据立柱布置和支架结构特点，掩护式支架可分为支掩掩护式支架和支顶掩护式支架两种。

支掩掩护式支架 单排立柱支撑在掩护梁上的掩护式液压支架(下页图1)，适用于顶板周期来压不明显、直接顶中等稳定以下的低瓦斯工作面。立柱通过掩护梁对顶板进行间接支撑，支架的支撑效率低，一般为 $0.6 \sim 0.75$ ；顶梁短，控顶距小；多数在顶梁与掩护梁之间设有平衡千斤顶，少数支架只设机械限位装置；顶梁后部与掩护梁构成的“三角带”易卡进矸石，影响顶梁摆动，故一般在顶梁后端挂有挡板；作业空间狭窄，通风面积小，采用整体刚性底座。支架有插底和不插底两种形式。插底式配用专门的下部带托架的输送机，支架底座前部较长，伸入输送机下部，对底板比压小，是不稳定顶板和软底板工作面的主要架型。不插底式配用通用型输送机。底座前端对底板比压大，使用较少。支掩掩护式支架顶梁的稳定性差，支撑合力作用点的位置变化范围小，为保证支护性能，一般要使顶梁铰点的前后长度比约为 $2:1$ 。支架工作阻力为 $800 \sim 3400 \text{ kN}$ ，最低支架的最小高度约 1.5 m ，最高支架的最大高度达 5 m 。这种支架发展历史早，雏型诞生于50年代苏联，曾大面积推广使用，其中OKП综采设备的T13K11支架在中国、东欧等许多国家使用。70年代后期中国曾研制和推广类似的zyz型支架，由于适用范围窄、工作空间小，目前较少使用。

支顶掩护式支架 单排立柱支撑在顶梁上的掩护式支架(下页图2)。适用于顶板周期来压不十分强烈，直接顶中等稳定或稳定以下，中等瓦斯的工作面。立柱经过顶梁直接对顶板进行支撑，支撑效率高，一般可达 $0.7 \sim 1$ ；顶梁比支掩掩护式支架长，顶梁后端与掩护梁铰接，作业空间和通风断面均大于支掩掩护式支架；顶

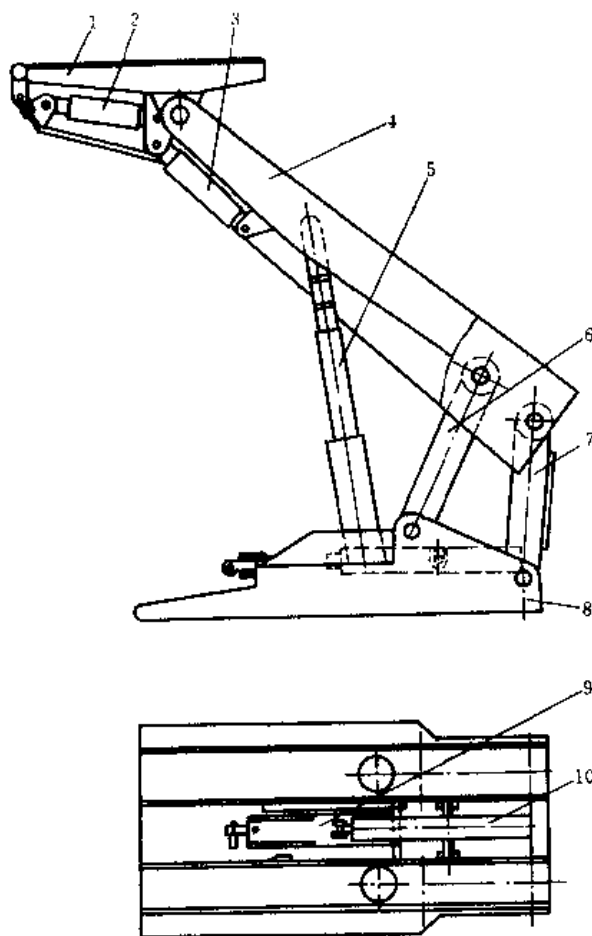


图1 支掩掩护式液压支架

- 1—顶梁；2—护帮板及千斤顶；3—平衡千斤顶；
4—掩护梁及活动侧护板；5—立柱；6—前连杆；
7—后连杆；8—底座；9—推移；10—推移千斤顶

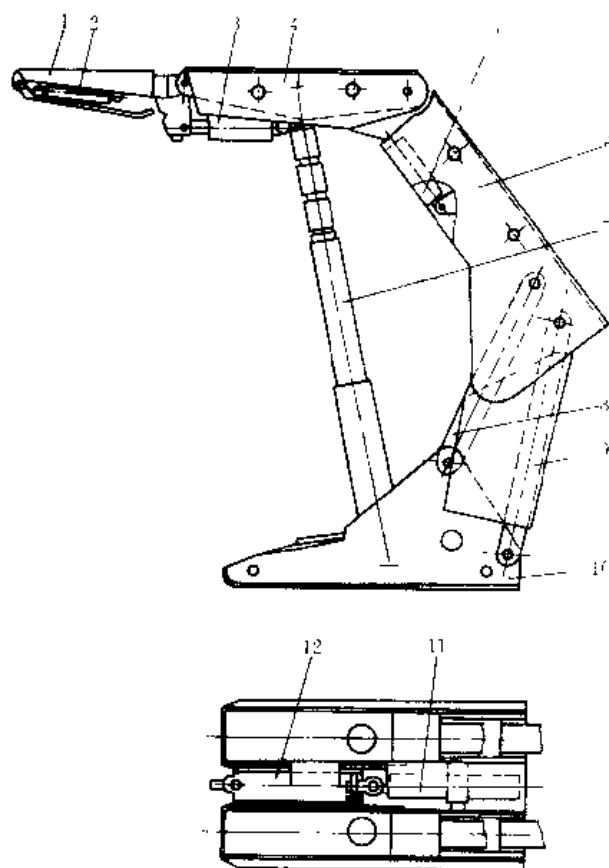


图2 支顶掩护式液压支架

- 1—前梁；2—护帮板及千斤顶；3—前梁千斤顶；
4—顶梁及活动侧护板；5—平衡千斤顶；
6—掩护梁及活动侧护板；7—立柱；8—前连杆；
9—后连杆；10—底座；11—推移千斤顶；12—推杆

梁和掩护梁侧面都装有活动侧护板,挡矸性能好;多数支架将平衡千斤顶设在顶梁与掩护梁之间,少数支架将平衡千斤顶设在底座与掩护梁之间,平衡千斤顶上下腔连接双向液控阀和安全阀。平衡千斤顶的作用是使支架在卸载状态下保持或调节顶梁的位置,调整支架支撑合力作用点位置。为改善支架的使用性能,应适当加大顶梁与掩护梁的极限张角和平衡千斤顶的行程。对于要提高切顶能力的支架,可增加平衡千斤顶的抗张力矩或将平衡千斤顶设置在底座与掩护梁之间。该类支架底座前端对底板的比压较大,要防止陷底。支顶掩护式支架的顶梁有分式铰接顶梁和整体刚性顶梁两种。分式铰接顶梁的前梁由千斤顶控制,对不平顶板的适应性较好,但梁端的支撑力较低,一般为200~300kN。整体刚性顶梁前端支撑能力高,可达支架工作阻力的1/4以上,需要时可沿顶梁全长设置活动侧护板,以改善对不稳定顶板的支护性能。整体顶梁结构简

单、操作环节少,有利于提高移架速度。支架底座有刚性底封式、刚性底开式和分式底座三种。刚性底封式对底板接触面积大,可降低对底板比压,但底座中部的排矸性能较差,刚性底开式对底板接触面积较小,对底板比压较大,优点是底座中部的排矸性能好。刚性底座的共同特点是稳定性好,支架升降时不存在控制左右柱同步问题,支架可用于倾角较大的工作面。分式底座的特点是对底板不平的适应性较好,陷底时便于支架抬腿前移,结构简单、重量轻;缺点是支架稳定性不如刚性底座,左右立柱分别控制时有不同步问题,对底板接触面积较小,对底板比压较大,不宜用于倾角较大的工作面。支架工作阻力一般为1700~5400kN,最高已达10000kN;支架高度最小为0.5m,最大为5m。支顶掩护式支架70年代中期诞生于联邦德国。由于综合了掩护式和支撑式支架的特点,一经投入使用就显示其适用范围广泛、工作性能良好、可靠性高、能与大功率采



运设备配套大幅度提高工作面产量和效率等特点,很快取代节式支架而占统治地位,近年来由于采用整体刚性顶梁、高阻力大缸径立柱和电液自动控制系统,使支顶掩护式支架性能更趋完善,已成为世界主要采煤国家高产高效工作面的主要架型。

(黄尚智)

yeli ouheqi

液力偶合器 (fluid coupling) 又称液力联轴器。以液体为工作介质的传动元件。液力偶合器具有良好的传动性能和保护功能,在动力机和工作机之间使用液力偶合器可实现动力机轻载或空载起动、负载平缓起动,吸收冲击和消除扭转振动,实现多机驱动中的负载均衡,保护动力机和工作机。液力偶合器在运输机械、选矿破碎机械和其它机械中应用较为广泛。

基本结构 由主动件泵轮、从动件涡轮、输入轴、输出轴、外壳等主要构件组成。泵轮(或涡轮)和外壳构成封闭腔体,涡轮(或泵轮)置于其中并与泵轮(或涡轮)相对布置(图1)。

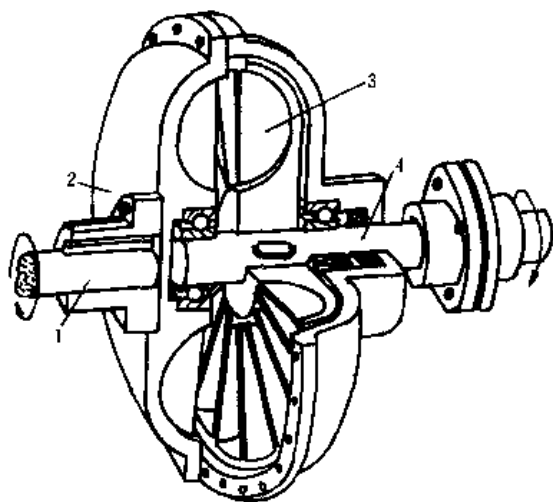


图1 液力偶合器简图

1—输入轴; 2—泵轮; 3—涡轮; 4—输出轴

工作原理 泵轮和涡轮统称偶合器工作轮,二者内腔均布置若干径向叶片,形成液体介质循环流动空间,即液力偶合器工作腔。工作腔轴面投影称工作腔轴面图,又称偶合器循环图,以偶合器旋转轴线以上部分的形状表示。工作腔的最大直径称有效直径,是液力偶合器的特征尺寸(图2)。

液力偶合器内腔充有液体介质,动力机驱动泵轮旋转,泵轮叶片带动液体介质作圆周运动。在离心惯性力作用下,液体由泵轮芯部(入口)流向外圆周(泵轮

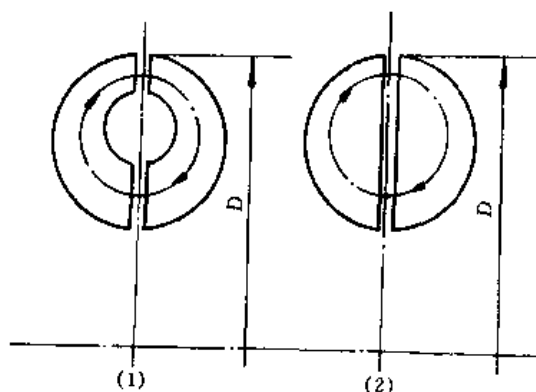


图2 液力偶合器循环圆图

1—有内环的; 2—无内环的; D —有效直径

出口)的过程中,液体从泵轮获得能量、动量矩增加;液体流出泵轮后在工作腔外圆周处流入并通过涡轮流向工作腔芯部,推动涡轮旋转,动量矩减小。液体在工作腔芯部流出涡轮,重新进入泵轮,形成周而复始的循环流动(图3)。

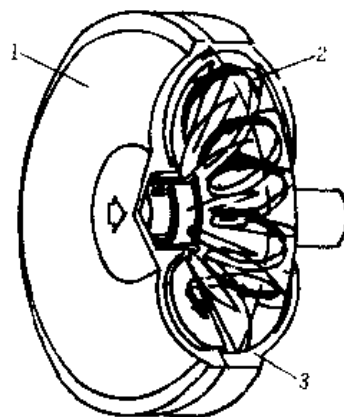


图3 液力偶合器内液体循环流动示意图

1—泵轮; 2—涡轮; 3—外壳

液体流经工作轮时动量矩的增量等于作用在工作轮上的外力矩。作用在泵轮上的外力矩等于液力偶合器输入力矩减去附加阻力矩(风损及其它机械损失),输出力矩等于涡轮力矩减去附加阻力矩。因此,液力偶合器输出力矩小于输入力矩。

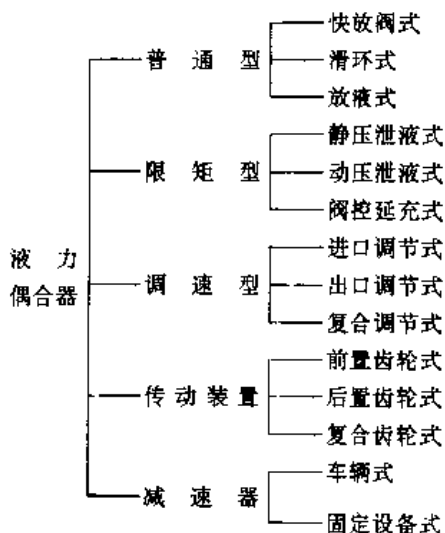
液力偶合器的力矩传递能力与其有效直径、工作腔结构、充液率及液体介质的性质有关。

泵轮和涡轮间存在转速差是液力偶合器传递力矩的基本前提,而泵轮与涡轮间靠液体联系、无刚性联接,又为两者之间存在转速差提供了必要条件。液力偶



合器涡轮与泵轮间的转速差随涡轮负载变化,负载增大,转速差增加,反之则减小。负载力矩大于偶合器力矩传递能力时,涡轮停转,转速差达最大值。负载趋于零时,转速差也趋于零。液力偶合器涡轮转速与泵轮转速之比称偶合器传动比,其最大值为1,最小值为零。工程上认为液力偶合器传动效率等于传动比,即偶合器只传递力矩,不变矩。正常工况,液力偶合器传动比在0.95以上时,可获得较高的传动效率。

分类 根据结构特征、功能和用途,液力偶合器可分为普通型、限矩型、调速型三种基本形式,液力偶合器传动装置和液力减速器两种派生形式。



普通型液力偶合器 没有任何限矩或调速机构的液力偶合器。这种偶合器结构简单、充液率高、过载系数大,仅用于要求对系统隔离振动、减缓起动冲击或只起离合器作用的场所。普通型液力偶合器又可分为快放阀式、滑环式和放液式三种型式。

限矩型液力偶合器 采用一定措施使低转速比时力矩传递能力受到限制的液力偶合器。限矩型液力偶合器又可分静压泄液式、动压泄液式和阀控延充式三种。

(1) **静压泄液式限矩型液力偶合器** 涡轮背侧和外壳内侧间有较大的侧辅室,低转速比时可利用侧辅室和工作腔间的静压平衡减少工作腔充液量,进而限制传递力矩的液力偶合器。这种偶合器结构较简单,但过载动态性能较差,主要用于汽车、叉车、破碎机、起重机械行走机构等过载不频繁的传动系统中。

(2) **动压泄液式限矩型液力偶合器** 结构较静压泄液式复杂,除具有侧辅室外,在泵轮芯部还具有较大的空间,即前辅室。泵轮背侧设有后辅室,经过流孔分别与前辅室和工作腔沟通。低转速比时,液流靠动压由

涡轮泄入前辅室并部分进入后辅室。进入后辅室的液体量大于后辅室返回工作腔的液体量,工作腔充液量减少,进而限制了传递的力矩。这种液力偶合器动态性能好,动作灵敏度高,传递功率范围较宽,是一种应用最广泛的液力传动元件。主要用于板式输送机、刮板输送机、带式输送机等要求对动力机和工作机进行有效保护和要求有一定负载均衡功能的场所。

(3) **阀控延充式限矩型液力偶合器** 在前辅室和后辅室间的过流孔上安装离心式滑阀,改善偶合器延充性能,进而改善动力机起动状况。这种偶合器特别适宜于和异步电动机匹配,其特点是可使电动机迅速起动及延长负载起动时间。因此,特别适用于大惯量设备,如破碎机、刮板输送机等的平稳起动。

调速型液力偶合器 通过调节工作腔的充液率调节输出转速的可调节型液力偶合器。其特点是具有供液和排液装置及相应控制系统,结构较限矩型液力偶合器复杂,体积也较大。调速型液力偶合器用于需要调节输出速度的场所(如水泵、鼓风机等设备的调速)可取得良好的节能效果;用于带式输送机、刮板输送机等运距长、起动惯量大、采用多电机驱动的输送设备时,还可收到改善电动机负载起动状况,合理均衡各驱动电动机负载的效果。调速型液力偶合器又可分为出口调节式、进口调节式和复合调节式三种形式。

(1) **出口调节式调速型液力偶合器** 通过调节排液流量,控制工作腔充液率进而调节输出转速。这种调节方式调速反应比较灵敏,操作简便。调速范围在恒扭矩时一般为负载额定转速的0.3~0.97,对鼓风机水泵类载荷一般为0.20~0.97。可用于各种功率要求快速调速的场所。

(2) **进口调节式调速型液力偶合器** 通过调节工作腔进口流量调节输出转速,分为喷嘴导管式和喷嘴阀门式,二者调速特性相同,均可实现无级调速。调速特性和出口调节式相同。

(3) **复合调节式调速型液力偶合器** 基本调节原理与出口调节式相同,区别之处是导管与进口配液阀实行机械闭锁。这种调节方式具有机动性能高、反应灵敏、合理利用供液量、效率高等优点,但结构复杂,常用于大功率设备。

液力减速器 涡轮固定,起减速制动作用的液力偶合器。主要用作水力测功器、水力制动器等加载设备。

液力偶合器传动装置 具有液力偶合器和齿轮传动的传动装置,多用于车辆传动系统。

简史 液力偶合器的应用起始于20世纪初,1905年首先用于船舶推进系统,以后又逐渐推广到各种轮



式、履带式车辆、物料搬运设备、石油钻探机械、选矿破碎机械、食品机械、风机、水泵及内燃机车等的传动系统中。液力耦合器在刮板输送机上的应用起始于 20 世纪 50 年代,当时使用矿物油为工作介质。60 年代初,为杜绝液力耦合器过载喷液引发火灾事故。国际上开始研究推广应用抗燃介质,如英国使用清水作介质的液力耦合器。

中国于 20 世纪 60 年代初开始在刮板输送机上使用以矿物油为工作介质的液力耦合器,70 年代开始使用抗燃介质,80 年代中后期已基本推广。目前使用的以水为介质的矿用限矩型液力耦合器传递功率为 250~315kW。

到 80 年代中期为止,刮板输送机主要使用限矩型液力耦合器。1987 年,德国首先在大功率、大运量刮板输送机上使用了微机控制的,单机功率为 400kW 的水介质调速型液力耦合器,取得了良好的使用效果。中国于 80 年代开始在煤矿井下带式输送机上使用以矿物油为工作介质的调速型液力耦合器。

(石兴民)

yeyagang shiyan

液压缸试验 (hydraulic cylinder test) 在专用的试验设备上,模拟煤矿井下使用工况,按规定的内容和方法对试件进行各种性能参数的测试,以考核产品的设计、加工和装配质量。试验的液压缸有:液压支架立柱、单体支柱和输送机推移油缸。

液压支架立柱试验 检验立柱操作性能、密封性能、耐久性和各种加载条件下的强度。

操作性能试验 检验立柱运动时的各种特性。试验内容有:①空载行程试验。在空载工况下先向活塞腔供液,活塞杆腔回液,使活塞杆全部伸出。然后再反向供液,使活塞杆全部缩回。在伸缩过程中应无爬行、涩滞和渗液现象。②最低启动压力试验。在回液腔无背压的工况下,测量各级缸活塞杆伸出回缩瞬间进液腔的压力。

密封性能试验 检验密封装置及其装配质量和焊接件焊缝质量等。活塞杆腔密封试验时,将立柱回缩到底,各级缸的活塞杆腔在规定的压力下进行保压试验。活塞腔密封试验时须把立柱放到试验台或刚性框架内,向活塞腔供液使立柱升至三分之二行程,顶紧试验台上、下平台。各级缸活塞腔在规定的压力下进行保压试验。密封试验压力的大小和保压时间的长短以及试验结果的评价各国都不尽相同,中国煤炭行业密封试验压力采用低压和高压分别进行试验。低压时活塞腔和活塞杆腔均为 1.0MPa,高压时活塞腔为 1.1 倍工

作压力,活塞杆腔为 1.1 倍额定泵压。保压时间也分为短时 5min 和长时 4h,两种保压时间根据要求选定。要求在温度不变的情况下不得有压降或渗漏。

耐久性试验 考核立柱及其密封装置的耐磨性及承受交变载荷的能力。内容有:①底阀耐久性试验。把立柱放入试验台,用限位装置限定大活塞杆的位移,向大缸活塞腔供液并顶紧试验台上、下平台。以额定工作载荷,规定的加载速度进行轴向加载,加载速度 $\leq 10\text{mm/min}$,活塞杆降缩顶开底阀,使之连续开启,然后卸载,往复循环。在达到规定的累计行程后,活塞腔在 90%额定工作压力下应满足密封性能要求。②立柱有效降缩试验。把立柱放入试验台,向活塞腔供液伸出全部行程。使加载中心线和立柱中心线保持同侧偏心,在偏心距为 e 的状态下,以规定的加载速度对立柱进行轴向加载(图 1)。达到额定载荷时安全阀溢流,立

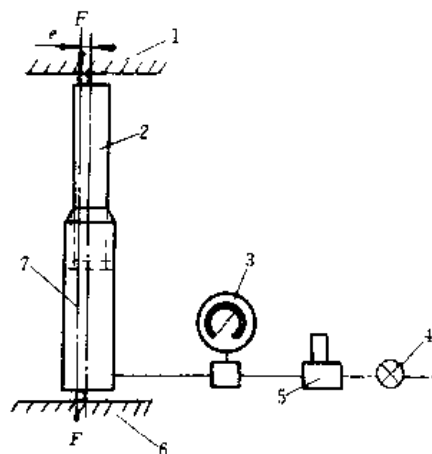


图 1 同侧偏心加载示意图

1—上平台; 2—立柱中心线; 3—压力计;
4—截阀; 5—阀组; 6—下平台; 7—加载中心线

柱降缩,然后卸载,往复循环。在达到规定的累计行程和循环次数后,活塞腔、活塞杆腔应满足密封性能要求。③全行程往复试验。把立柱活塞腔、活塞杆腔分别与系统的换向阀相连。先将立柱空载伸出全行程,反向降缩时给立柱活塞腔以背压,对各级缸活塞杆腔同时加以泵站压力,使之降至最小高度。在达到规定的试验次数后,活塞腔和活塞杆腔应满足密封性能要求。该试验有两种方法:一是在活塞腔外接一阀组,进液时经由单向阀进入活塞腔内,反向回液时经安全阀泄液而获得背压;二是与负荷液压缸相接形成对顶方式(见下页图 2)。

强度试验 考核立柱零部件强度及立柱整体承受

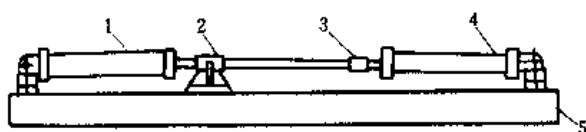


图2 对顶试验示意图

1—负荷液压缸；2—导向支承；3—轴接头；
4—被试支柱；5—试验平台

径向推力的能力和缸体的抗破坏特性。内容有：①上限位装置强度试验。立柱伸出全部行程，以内加载方式向活塞腔增压至规定压力，短时保压，要求导向套和活塞限位装置无永久变形和破坏。②轴向中心加载试验。立柱升至最大高度，放到试验台上，使立柱轴向中心受载（图3）。以外加载方式对立柱慢速加载使立柱获得规定的工作载荷，短时保压。试验后立柱各零部件无永久变形和破坏。在加载过程中应同时记录立柱的承载阻力和活塞腔的压力，由此推算出立柱的摩擦阻力。③非轴向加载试验（图4）。④同侧偏心轴向加载试验。中国和德国等采用该试验方法。试验时立柱升到最大高度，在偏心距为 e 和规定载荷下，短时保压。试验后缸体应无永久变形。立柱承受非轴向偏心载荷时将产生较大的挠度，降缩时的摩擦阻力要比轴向加载时大。⑤冲击试验。立柱伸出全行程并预加额定初撑力，然后以一定的落锤能量锤击柱头，测出锤击瞬间的承载阻力，活塞腔内压力，立柱下沉量和配套安全阀的溢流量等参数。试验后立柱无永久变形和破坏。⑥底限位装置试验。立柱回缩到底并放入试验台，活塞腔通大气，对立柱轴向施加规定的最大载荷，保压后卸载，以考核活塞头、挡环和螺纹连接部位的强度。⑦三点弯曲试验。立

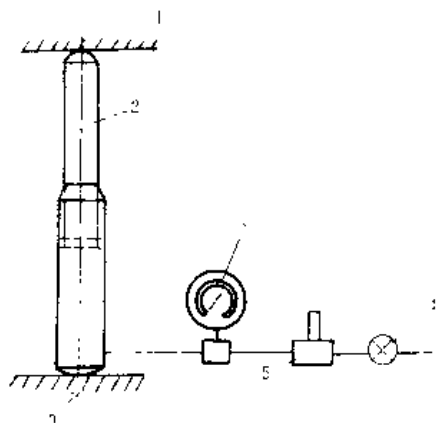


图3 轴向中心加载示意图

1—上平台；2—被试产柱；3—压力计；
4—载阀；5—阀组；6—下平台

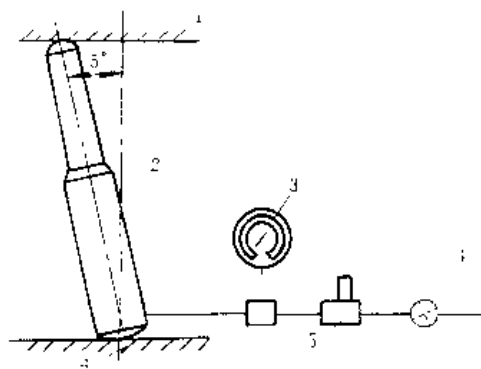


图4 非轴向加载示意图

1—上平台；2—被试立柱；3—压力计；
4—载阀；5—阀组；6—下平台

柱伸出全行程，使试验台上、下平台与立柱顶紧，然后在缸口或立柱复位部位缓慢施加侧向载荷直到立柱破坏为止。目的是测定立柱承受侧向载荷的抗弯能力。在加载过程中要记录侧向载荷、立柱挠度和立柱活塞腔内压力变化。⑧缸体爆破试验。缸体两端分别封堵，用超高压泵向腔内增压直到缸体破坏。试前应测出油缸外径，试验时应连续记录腔内压力变化情况，试后测量破口油缸外径尺寸，应呈塑性变形，不得有碎块飞出。强度试验时应在缸体外表面的最大应力部位（理论计算）对称粘贴电阻应变片，测出载荷与应力的关系。

单体支柱试验（见单体液压支柱试验）

输送机推移油缸试验 模拟推移输送机和拉移液压支架时的工况所进行的各项性能试验和参数测定。输送机推移油缸均为单活塞杆差动油缸。试验内容与液压支架立柱试验相同。

（王嘉华）

yeyagao

液压镐（hydraulic pick）用高压油驱动的，使镐钎以冲击方式破落岩石或煤的手持机具。主要用于巷道整修、采煤、道路修筑及建筑工程。工作压力8MPa，冲击能40J，冲击频率23Hz。其动力源为独立的液压泵站或者是装载机、输送机、凿岩台车上的液压泵站。

基本结构 由镐钎、镐头、缸体、冲锤、配油阀、蓄能器及柄体等组成（见下页图1）。

冲锤装在缸体内，冲锤的往复冲击运动由装在柄体内的配油阀控制。由于冲锤往复运动，进油与回油为间歇油流，冲锤运动的每一瞬间的流量都是变化的，最小为零，最大可大于油泵流量的几倍，因此，在柄体内

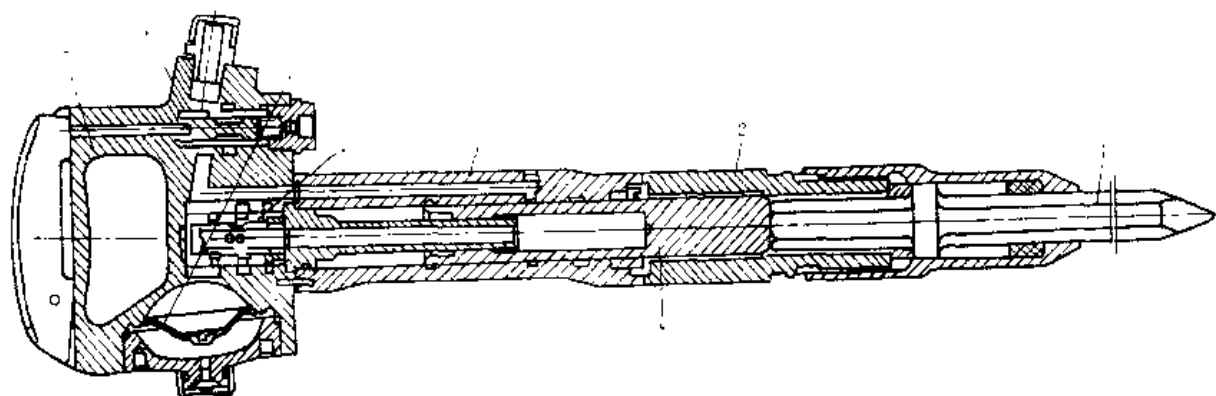


图1 液压镐

1—锁销；2—镐头；3—缸体；4—配油阀；5—蓄能器；
6—柄体；7—起动阀；8—冲锤

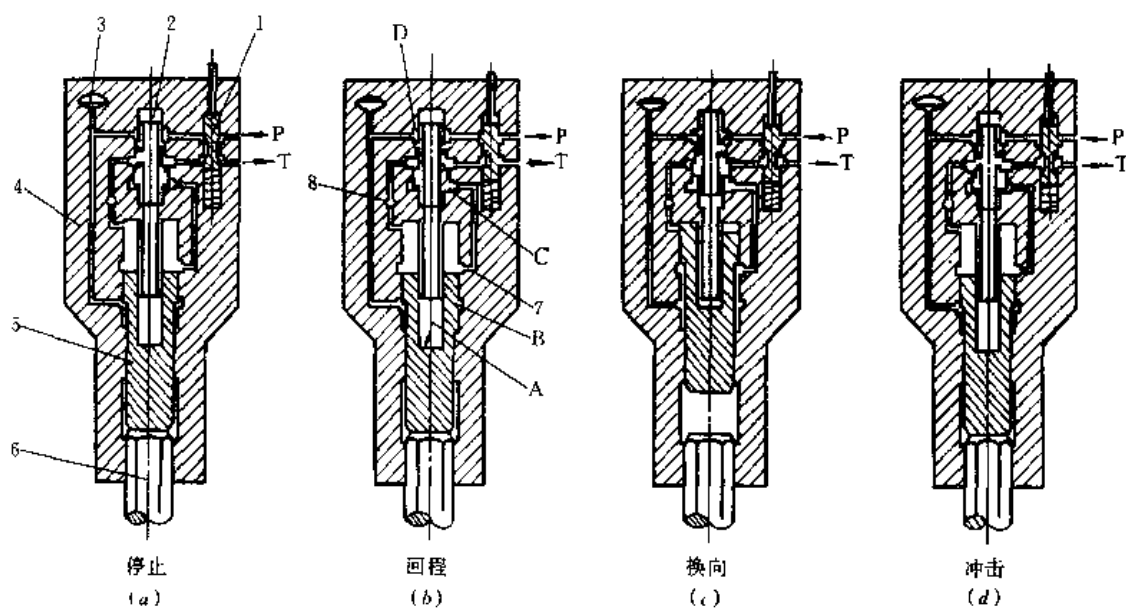


图2 液压镐油路

a—停止位置；b—冲锤回程；c—配油阀换向；d—冲击行程
1—起动阀；2—配油阀；3—蓄能器；4—缸体；5—冲锤；
6—锁销；7—控制油口；8—单向阀

装有蓄能器,当流量需要小时,可将多余流量贮存于蓄能器内,当流量需要大时,蓄能器内的高压油提供补充,以吸收液压脉冲和振动,还能充分利用回程能量。在液压镐的柄体内还装有起动阀,控制冲击机构冲击或不冲击。

工作原理 液压镐的油路系统(图2)。冲锤和配油阀两端受压面积不等,属于差动式有阀型液压冲击机构。冲锤下端环形面积B小于上端受压面积A,配

油阀下端环形面积C大于上端环形面积D,受压面积小的一端始终处于高压,另一端交替受高压或低压。起动阀处于自然状态时(图2a)高压油从起动阀处回到回油路,冲击机构不工作。当把起动阀向下推压(图2b),压力油即从入口经过配油阀到蓄能器,再进入冲锤前腔B,这时冲锤的后腔A与回油路相通,冲锤回程运动开始。当冲锤回程上升到打开控制油口时(图2c),前腔高压油从控制油口进入配油阀的下端C,由



于配油阀的下端受压面积 C 大于上端, 配油阀上移换位。高压油进入配油阀芯部再到冲锤的上腔 A , 因上腔受压面积 A 大于下腔, 冲锤回程减速至停止运动, 并立即转入冲击行程。这时冲锤后端在单向阀作用下形成一个环形密封腔, 并随着冲锤向下运动而体积增大形成负压, 冲锤继续下移打开控制油口时, 上端负压环形腔与配油阀下端相通, 配油阀在上端高压与下端负压作用下, 下移换位 (图 2d), 冲锤冲击镐钎, 又进入下一周期的回程运动。如果未装镐钎或操作时推力不够, 冲锤下移超过正常位置时, B 腔高压进油口被关闭, 冲锤不运动, 可以免除空打造成零件损坏。

(温绍基)

yeyaneng huishou jiazai zhuangzhi

液压能回收加载装置 (hydraulic energy closed circuit loading equipment) 利用液压能与机械能相互转换, 形成液压能反馈回收的加载装置。适用于液压泵、马达及各种中、小功率齿轮箱的加载试验。根据对加载系统损失的补偿方式, 液压能回收加载装置可分为: 机械补偿式、液压补偿式、机械—液压补偿式 3 种。

机械补偿式液压能回收加载装置 装置中, 加载液压泵的输出口与被试液压马达的进液口连通, 它们的主轴以机械方式联接 (图 1)。加载液压泵的排量大于液压马达的排量, 系统工作时, 它们之间产生困液现象而使压力升高。因此, 改变加载液压泵的排量可以调整系统工作压力即液压马达的工作压力。由于存在机械摩擦损失, 液压马达的输出转矩小于加载液压泵所需的输入转矩, 差值由驱动电机以机械方式补偿。驱动电机同时用来调整液压马达的工作转速。

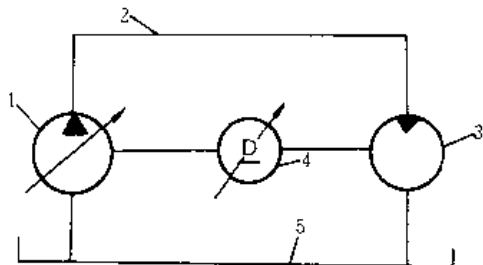


图 1 机械补偿式液压能回收加载装置原理图

1—加载变量液压泵; 2—液压管道;
3—被试液压马达; 4—驱动电机; 5—储液箱

液压补偿式液压能回收加载装置 加载系统中的机械损失和容积损失均以液压方式补偿。依据补偿液

压泵与系统的联接方式, 液压补偿可分为串联式补偿、并联式补偿、串并联式补偿 3 种。

串联液压补偿式液压能回收加载装置 加载系统中加载液压泵的排量大于被试液压马达的排量, 它们的主轴相联 (图 2)。补偿液压泵串接在加载液压泵进液路上。系统工作时, 加载液压泵与被试马达之间产生困液而使压力升高, 多余的介质从它们的密封容腔间隙中泄漏出去, 以达到流量匹配。调整加载液压泵的排量可以改变系统压力。调整补偿液压泵的排量可以改变被试马达的转速。加载液压泵进出口的压差与其所需的输入转矩成正比, 提高补偿泵的供液压力, 即可降低加载泵的进、出口压差值及其所需的输入转矩, 使被试马达的输出转矩与加载液压泵的输入转矩匹配, 达到补偿损失转矩的效果。

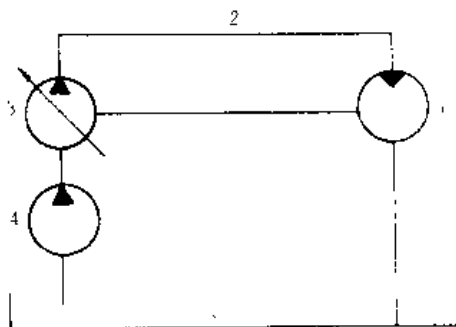


图 2 串联液压补偿式液压能回收加载装置原理图

1—被试马达; 2—液压管道; 3—加载液压泵;
4—补偿变量液压泵; 5—储液箱

并联液压补偿式液压能回收加载装置 被试液压马达与加载液压泵的主轴相联, 泵的输出口与马达的进液口连通 (图 3)。加载液压泵的排量小于液压马达的排量, 补偿液压泵与加载液压泵并联同时供液给被试马达。调整节流阀可改变系统的工作压力, 调节补偿液压泵的排量, 可改变被试液压马达的转速, 同时也影

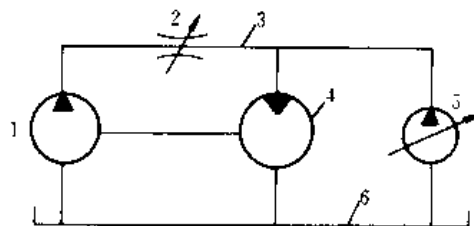


图 3 并联液压补偿式液压能回收装置原理图

1—加载液压泵; 2—可调节流元件;
3—液压管道; 4—被试液压马达;
5—变量液压泵; 6—储液箱

响系统的工作压力。

串、并联液压补偿式液压能回收加载装置 适用于小于或等于加载液压泵排量的液压马达的试验。加载液压泵的输出口与被试液压马达进液口相通,它们的主轴以机械方式联接。并联补偿变量液压泵用于补偿系统中加载液压泵与被试液压马达的液体漏损(图4)。当补液量大于泄漏量时,加载液压泵与液压马达之间产生困液而使工作压力升高,因此改变并联补偿液压泵的排量可调整系统压力。串联补偿液压泵用来补偿被试液压马达的转矩损失。由于系统存在机械摩擦,被试马达的输出转矩要小于加载泵所需的转矩,提高串联补偿泵的供液压力,可降低加载液压泵的进、出口压差与其所需的输入转矩,使得加载泵所需的输入转矩与被试马达的输出转矩匹配,达到转矩补偿的目的。改变串联补偿液压泵的输出流量,可以调整被试马达的转速。

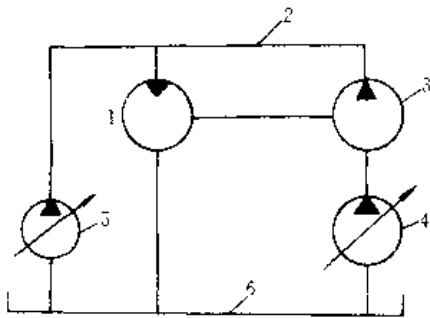


图4 串、并联液压补偿式液压能回收加载装置原理图

1—被试液压马达；2—液压管；3—负载液压泵；4—串联补偿用变量液压泵；5—并联补偿变量液压泵；6—储液箱

机械—液压补偿式液压能回收加载装置 被试马达通过电动机与加载泵相联,加载泵和并联补偿泵的输液路并联,同时输液给被试液压马达(图5a)。并联补偿泵用于补偿系统中元件的泄漏损失。当补偿量大于漏损量时,系统中产生困液现象,工作压力升高,改变补偿泵的排量可以调节系统的工作压力。电动机可以直接补偿被试马达输出转矩与加载泵所需的转矩之间的差值,并且调节被试马达的转速。将被试马达的进、出口接通,主轴直接与电动机联接,则不需要加载液压泵,就可实现加载试验(图5b)。工作时,被试马达的一半处于马达工况,另一半(出口端)处于液压泵工况,被试液压马达的泄漏损失由补偿泵补充,当补偿量大于泄漏量时,被试马达进、出口产生困液现象并使压力升高,改变补偿泵的排量,可调节被试马达的压

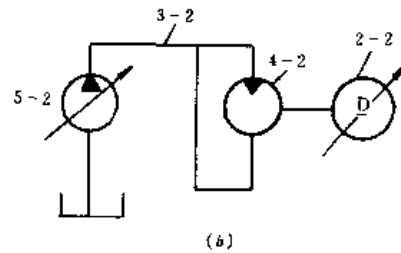
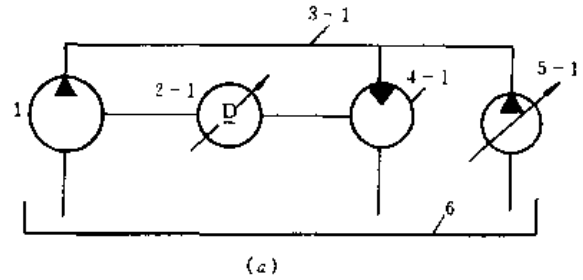


图5 机械—液压补偿式液压能回收加载装置原理图

1—加载液压泵；2—电机；3—液压管道；4—被试马达；5—补偿变量液压泵；6—储液箱

力。被试马达进、出口同时承受相同的压力,马达不运转,电动机则用于驱动马达。由于被试马达的进、出口都处于高压状态下,以及并不是液压马达内所有的零部件都处于负荷状态,所以这种加载方法仅限于对液压马达内承载零部件的寿命考核。

(郑 熠)

yeya xuanzhuan zuanji

液压旋转钻机 (hydraulic rotory drill) 以循环高压油为动力驱动旋转机构,使钻头在煤或软岩中钻孔的机具。主要用于回采和掘进工作面钻炮孔,也可用于钻锚杆孔、探水孔、抽放瓦斯孔和煤层注水孔等。液压旋转钻机按推进方式不同,可分为手持式和导轨式两种。

手持式液压旋转钻机 以手持方式推进。钻机由液压马达、起动阀、手柄等组成,直接用起动阀控制钻机的起动和停止。一般采用螺旋钻杆,干式钻孔。该机动力量源(液压泵站)可以单独设置,也可利用装载机或输送机的泵站。主机重量一般为15kg以下,工作压力8~10MPa,流量30L/min,主轴转速10~450r/min,扭矩68Nm。

导轨式液压旋转钻机 主机装在导轨上,由液压马达、减速机构、供水机构等组成,通过托架与台车的导轨相连,用台车液压钻臂的推进器推进。钻机的主要

技术参数:工作压力10~12MPa;流量0~90L/min;主轴转速10~490r/min;最大扭矩300Nm;钻机重量50~70kg。采用大约2.5MPa的压力水冲洗孔底岩屑,钻孔直径38~55mm,孔深2~5m。液压旋转钻的优点是功率大、重量轻、噪音低、钻孔速度快、转速和转矩可根据岩石情况调节。

(温绍基)

yeya zaoyanji

液压凿岩机 (hydraulic hammer drill) 以循环高压油为动力,驱动钎杆、钎头,以冲击回转方式在岩体中凿孔的机具。液压凿岩机一般安装在凿岩台车的液压钻臂上工作,可凿任何方位的炮孔,凿孔直径通常为30~65mm,适用于以凿岩爆破法掘进的矿山井巷、硐室和隧道的凿孔作业,是一种新型高效的凿岩机具。

简史 随着采矿工业的发展,传统的气动凿岩机凿孔速度已不能满足要求,20世纪60年代开始探索研制以液压为动力的凿岩设备。1970年由法国研制成功,目前瑞典、法国、芬兰、英国、日本、美国等近20个国家已研制成100多种液压凿岩机及配套设备。中国于1980年研制成功并在矿山使用。

分类 液压凿岩机按操作方式可分支腿式和导轨式两种,其中导轨式应用最广。导轨式液压凿岩机将凿岩机装在凿岩台车钻臂的推进器上沿导轨推进凿岩。按重量又可分为轻型(50kg以下)、中型(50~100kg)和重型(100kg以上)三种。轻型主要用于凿小直径浅孔,重型用于凿大直径深孔。

基本结构 液压凿岩机主要由冲击机构、转钎机构、蓄能机构、排屑机构等组成(图1)。

冲击机构 按配油结构分为有阀式和无阀式两种。有阀式冲击机构按回油方式可分为单腔回油和双腔回油。按配油阀与冲击活塞相对位置又可分为单腔

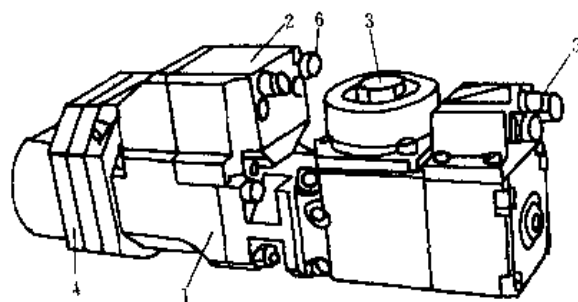


图1 液压凿岩机外形

1—冲击机构; 2—转钎机构; 3—蓄能器;
4—机头; 5—冲击进油口; 6—转钎进油口

回油套阀式冲击机构和单腔回油柱阀式冲击机构。有阀式冲击机构由活塞、缸体和配油阀等组成。压力油通过配油阀和活塞的相互作用不断改变活塞两端的受压状态,使活塞在缸体内往复运动并冲击钎尾作功。无阀式冲击机构由活塞、缸体组成,通过活塞运动时位置的改变实现配油。无阀式冲击机构在技术上尚未成熟。液压凿岩机多数采用单腔回油套阀式、单腔回油柱阀式和双腔回油柱阀式等。

(1) 单腔回油套阀式冲击机构 活塞两端和配油阀两端的受压面积都不相同,受压面积小的一端始终处于高压,另一端由活塞和配油阀互相控制交替地进油和回油,使活塞往复移动从而冲击钎尾。冲击原理(图2):冲击由回程、回程换向、冲程、和冲程换向四个过程组成。

回程 活塞冲击钎尾前瞬时,高压油从油缸前腔进入配油腔,将阀推向后端,封闭油缸后腔的进油通道,并把低压回油口打开,释放油缸后腔的压力,使活塞向后回程运动。当活塞回程到关闭低压回油口时,多

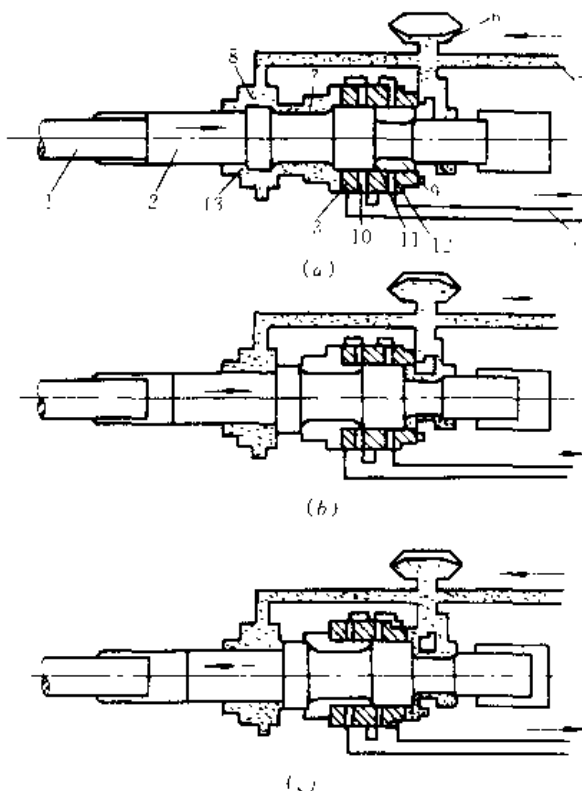


图2 单腔回油套阀式冲击机构

a—回程; b—回程换向; c—冲程

1—钎尾; 2—活塞; 3—套阀; 4—低压回油;
5—高压进油; 6—蓄能器; 7—配油腔; 8—油缸前腔;
9—油缸后腔; 10—控制油口; 11—后腔受压面;
12—低压回油口; 13—前腔受压面

余的高压油储存于蓄能器中。

回程换向 当活塞回程到打开控制油口时(见上页图 2b), 配油腔内的高压油卸压, 套阀前端面失压后, 套阀在后端高压油作用下前移换向, 高压油进入油缸后腔, 使活塞减速到停止并返向进入冲击行程。

冲程 活塞前后腔处于高压状态(见上页图 2c), 在前后压差作用下向前进入冲程运动。冲程时要求活塞快速前进, 所需高压油流量大, 这时高压蓄能器储存

的能量释放, 向后腔补充, 直到冲击钎尾。

冲程换向 在冲击钎尾前瞬间(见上页图 2a), 前腔与配油腔已接通, 高压油作用到配油阀的前端面, 使套阀后移换向, 此时活塞已将能量传递给钎尾, 冲击结束, 恢复到回程初始位置。进入下一循环。

(2) 单腔回油柱阀式冲击机构(图 3)。冲击动作原理与单腔回油套阀式冲击机构相似, 只是配油阀不同。

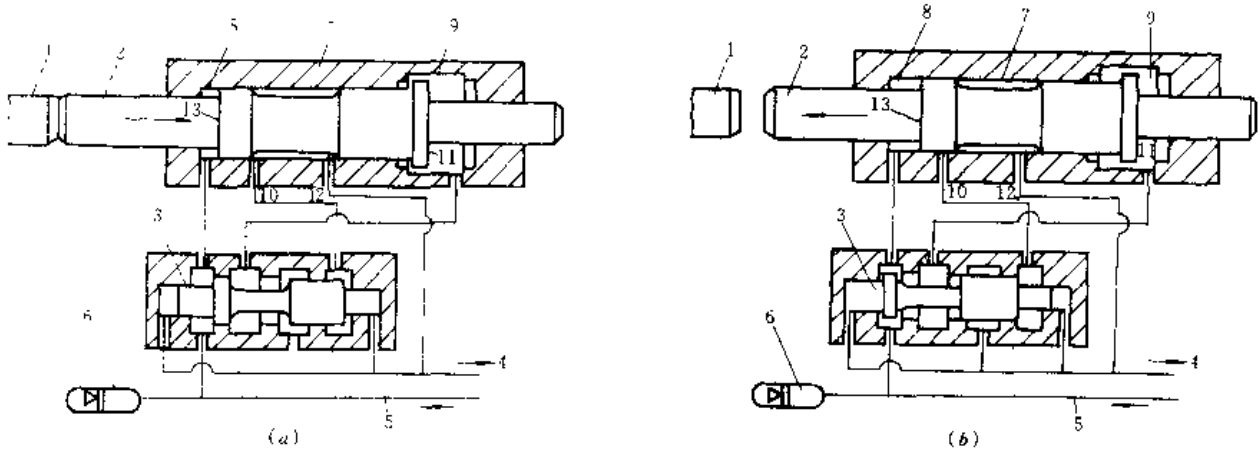


图 3 单腔回油柱阀式冲击机构

a—回程; b—冲程

1—钎尾; 2—活塞; 3—柱阀; 4—低压回油; 5—高压进油; 6—蓄能器; 7—配油腔; 8—油缸前腔; 9—油缸后腔; 10—控制油孔; 11—后腔受压面; 12—低压回油孔; 13—前腔受压面

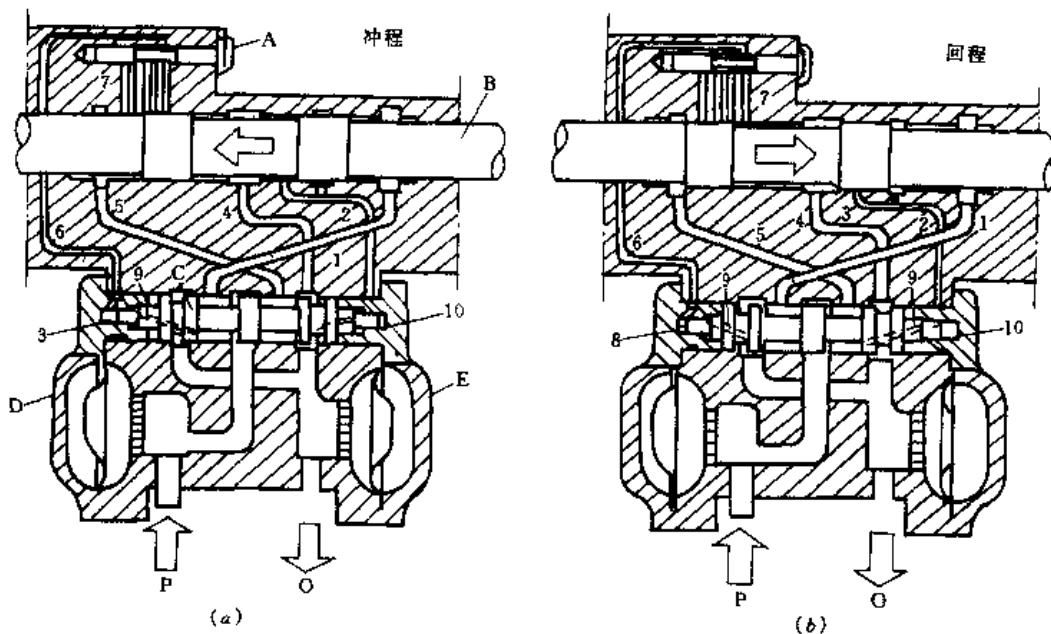


图 4 双腔回油柱阀式冲击机构

a—冲击行程; b—返回行程

A—调节塞; B—活塞; C—柱阀; D—高压蓄能器; E—回油蓄能器

1、5—主油路; 2、6、7、9—控制油路; 3、4—回油油路; 8、10—柱阀左右油室

(3) 双腔回油柱阀式冲击机构 活塞两端直径相同,由配油柱阀控制,前后腔交替进油和回油,实现活塞往复冲击运动。冲击动作原理(见上页图4)。

冲击(见上页图4a) 压力油从P口进入,通过柱阀、主油路到活塞后腔,前腔回油经过主油路柱阀回油箱。活塞在后腔压力油作用下开始冲程,当把活塞后端控制油孔打开时,高压油经后端控制油路,推动柱阀左移换向,同时活塞冲击钎尾。

回程(见上页图4b) 压力油经柱阀主油路进入活塞前腔,活塞后腔回油,经主油路柱阀回到油箱,活塞开始回程。当打开调节塞的油孔时,高压油经前端控制油路进入柱阀左端油室,推动柱阀右移换向,柱阀换向后高压油进入后腔,使冲击活塞减速停止并进入下一个冲击行程。

蓄能机构 每台液压凿岩机大都采用一个或二个蓄能器,主要作用是蓄能和稳压。冲击行程时活塞速度很高,所需的瞬时流量往往是平均流量的几倍,为此,在冲击机构的高压侧装有蓄能器,将回程过程中多余的流量以液压能形式储存于蓄能器中,待冲击行程时释放出来。蓄能器还能吸收液压系统的脉冲和振动。蓄能器有隔膜式和活塞两种,大多采用隔膜式。

转钎机构 凿岩时使钎杆转动的机构,有内回转和外回转两种。内回转机构是利用冲击活塞回程能量,通过螺旋棒、螺旋母、棘轮机构,使钎杆每被冲击一次转动一定角度,为间歇回转。内回转机构输出扭矩小,多用于轻型支腿式液压凿岩机。外回转机构又称独立回转机构,一般用单独的液压回路驱动液压马达经过齿轮减速,带动钎杆旋转,为连续回转,可无级调速并可反向旋转。它输出扭矩大,多用于导轨式液压凿岩机,其液压马达有齿轮马达、叶片马达和摆线马达三种。

排屑机构 用水冲洗排除孔内岩屑的机构。供水方式有中心供水和侧式供水两种。中心供水与气动凿岩机相同,冲洗水从后部通过水针进入钎杆、钎头流入孔底,冲洗水压 $0.3\sim 0.4\text{MPa}$ 。这种冲洗方法多用于轻型液压凿岩机。侧式供水的冲洗水直接从凿岩机机头水套进入钎尾、钎杆和钎头。这种结构水路短,密封可靠,水压高($1.0\sim 1.2\text{MPa}$),冲洗排屑效果好,多用于导轨式液压凿岩机。

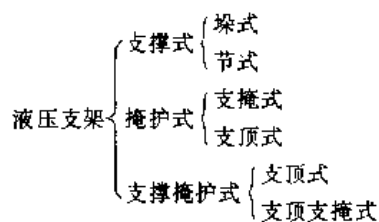
(温绍基)

yeya zhijia

液压支架 (hydraulic support) 简称支架。曾称自移支架、机械化支架,以液压为动力实现升降、前移等运动,用于支撑和维护顶板,提供安全作业空间的支护设备。

液压支架能可靠而有效地支撑和控制工作面顶板,隔离采空区,防止矸石窜入工作面,保证作业空间,并且能够随着工作面的推进而机械化移动,不断地将采煤机和输送机推向煤壁,从而满足了工作面高产、高效和安全生产的要求。液压支架的总重量和初期投资费用占工作面整套综采设备的 $60\%\sim 70\%$ 左右,因此液压支架成了现代采煤技术中的关键设备之一。

分类 按其与围岩相互作用关系及结构特点可分为(图1):



欧洲国家一般将掩护式和支撑掩护式统称为掩护式支架。而原苏联等国则按支撑和掩护功能的大小区分为掩护式和支撑掩护式。

按照液压支架移动方式又分为整体自移式、组合迈步式和推移顶梁式等。整体自移式结构简单,移设快,应用广,其余形式多见于支撑式支架。

按支架与配套输送机的关系可分为普通式和插底

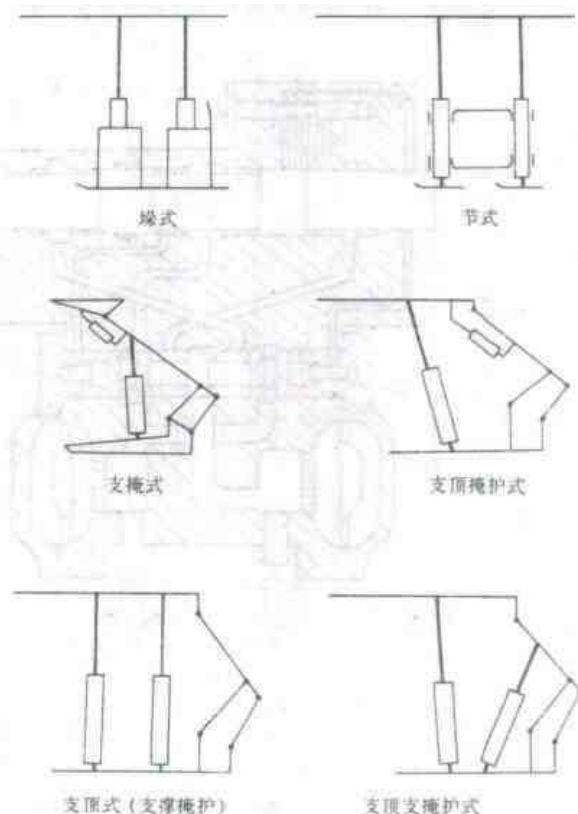


图1 液压支架的基本类型

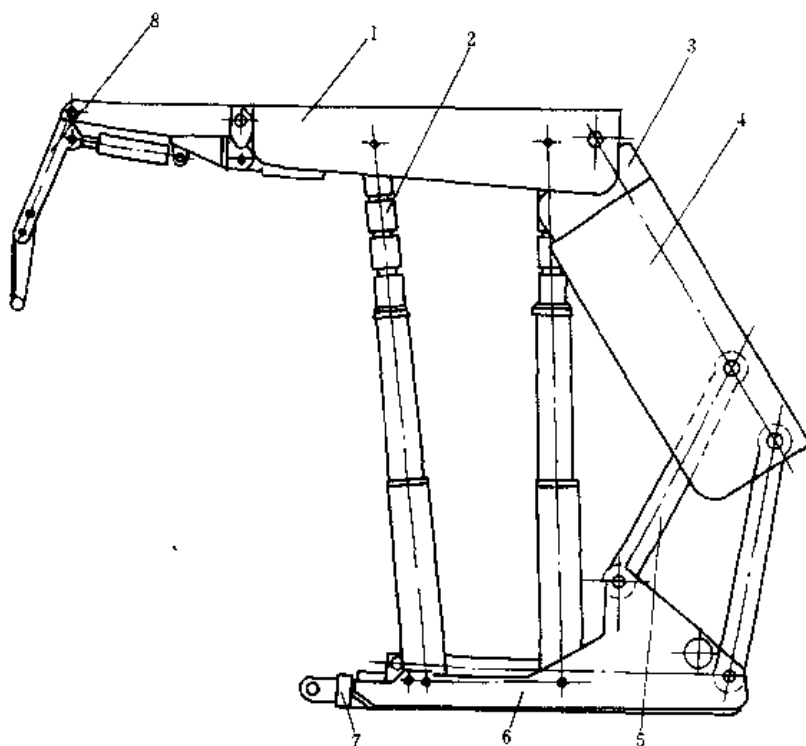


图2 液压支架结构简图

1—顶梁；2—立柱；3—掩护梁；4—活动侧护板；5—连杆；
6—底座；7—推移装置；8—护帮装置

式两种。插底式支架的底座前端插入输送机下方，大大缩短支架的控顶距，有利于顶板控制，但配套复杂，仅使用于前苏联和东欧等国。

按支架在工作面的位置可分为基本支架、排头支架和端头支架。排头支架用于支护工作面两端输送机传动部处顶板的支架。作为工作面的基准支架，两端各为3~5架，其架型与基本支架相同，但顶梁较长，有较完善的防倒防滑装置。端头支架用于支护工作面端头处巷道顶板的支架。视需要设置。工作面其余支架为基本支架，其数量由工作面长度确定。

按支架的特种功能尚有放顶煤支架、铺网支架和充填支架等。

基本结构 液压支架由液压缸（立柱、千斤顶）、承载结构件（顶梁、掩护梁和底座等）、推移装置、控制系统和其它辅助装置组成，如图2所示。

立柱 支撑在底座和顶梁或掩护梁之间调节支架高度并承载的液压缸，要求有较高的抗压抗弯强度和密封性能。常见为双作用式，有全液压和液压加机械调整两种伸缩方式。按液压伸缩级的数量可分为单伸缩和双（多）伸缩式，后者伸缩量大，调整方便，但结构

较复杂。机械调整多采用卡环加长杆式，使用虽不如全液压的方便，但结构简单，维护容易。立柱主要由缸体、活柱、导向套和密封件等组成，常用缸径 $\phi 140 \sim \phi 320$ ，工作压力30~50MPa。缸体采用强度高、延伸性好的无缝钢管制成。进液方式多用结构简单的外进液式，进回液口位于缸体上，必要时也用内进液式，其进回液接头位于活柱头部。立柱上下端多用球面连接，可减少偏载且便于转动和拆装。

千斤顶 是液压支架上除立柱之外用于完成推移、护帮和调架等功能的其它液压缸总称。动作原理和结构型式与立柱类似，多为单伸缩双作用式。所承受载荷一般小于立柱，故缸径和压力也较小，常见缸径 $\phi 63 \sim \phi 200$ 。两端连接多为铰接销轴式。浮动活塞千斤顶是一种特殊结构形式，其活塞可在活塞杆上滑动，主要用于推移千斤顶。

顶梁 直接与顶板接触，传递支撑力并起护顶作用的承载构件。不同架型的顶梁有不同特点。按纵向连接方式可分为整体式和分段铰接式，前者结构简单，端部支撑力大，操作方便，但过长时不利于接顶和运输安装。铰接式顶梁接顶较好，便于安装运输，但前端支撑力小，结构较复杂。铰接式顶梁包括主顶梁、前梁和后梁等。主顶梁又称主梁，即立柱上方的顶梁。前梁又称前探梁，铰接在主梁前方支护无立柱空间顶板的构件。伸缩梁装在前梁或主梁内可以向前滑动伸出，临时支护工作面新暴露顶板的构件，可分为内伸式和外伸式。顶梁一般为箱形焊接结构件，某些前探梁采用弹簧钢板。

底座 直接与底板接触传递支撑力并用于支托立柱和其它部件的承载构件。常见结构形式有整体式和分体式。整体式分为底封和底开两种；分体式分为左右分体和前后分体两种。整体式稳定性好，其中底封式底板比压小，底开式则排矸性较好。分体式适应底板变化的能力较强，有利排矸，但稳定性和适应软底板较差。前后分体式只用于少数支撑式支架和端头支架。

掩护梁 连接顶梁和底座（或连杆），承受支架水平力和垮落顶板岩石压力，防止采空区冒落矸石进入支架的构件。它是掩护式和支撑掩护式支架的主要结构部件，多为整体式箱形结构。部分放顶煤支架的掩护

梁有放煤窗口。

双纽线机构 又称支架四连杆机构。由掩护梁、底座和前、后连杆铰接形成的稳定机构。广泛用于掩护式和支撑掩护式支架,个别也用于支撑式支架。支架升降时顶梁上各点沿双纽线轨迹移动,使梁端与煤壁之间的端面距变化较小,同时可以承受顶板水平力,使立柱无需复位装置。个别支架采用单个连杆(即单摆杆),或辅以液压千斤顶。为了减小四连杆机构的受力,更方便地控制端面距,80年代德国开始采用液压前连杆。

推移装置 用于推移支架和输送机的装置。多数支架的推移装置连接于支架和输送机之间,既能移架,同时又能推输送机;少数则有独立的移架装置和推输送机装置,如节式支架等。推移装置多数布置在支架底部,个别的布置在顶梁上,或者上下都有。按结构形式分为框架式、导向推杆式和直接作用式等。框架式利用反向顶推原理使千斤顶较大的推力用于移架,而较小的拉力用于推输送机,满足实际工况的不同要求。导向推杆式常用浮动活塞千斤顶或差动原理来减小推力。这两种推移装置都具有导向和抗弯作用。直接作用式导向抗弯性能差,已渐趋淘汰。

活动侧护板 布置在顶梁、掩护梁或连杆侧面,起挡矸和防倒调架等作用的辅助装置,多由千斤顶、弹簧、导向杆和结构件等组成,可使支架在一定宽度范围内伸缩。常见的有直角伸缩式和铰接式,后者结构简单但封闭性差,只能用于顶梁上,适合于稳定顶板。直角式结构较复杂,但封闭性好,适用范围广,使用普遍。

护帮板 在支架前方顶住煤壁,防止片帮的板状构件,用于易片帮的煤层,常见的有下垂式、单铰上摆式和四连杆上摆式等。用护帮千斤顶直接使护帮板摆动,或者通过连杆机构实现摆动。下垂式摆动量小,后两种形式摆动量较大,护帮可靠,必要时还可翻平护帮板以支托顶板,其中又以连杆式的护帮力较大。厚煤层支架护帮板还可用伸缩或铰接方式伸长。

防倒防滑装置 用于防止支架倾倒和下滑的各种辅助装置。常见的防倒装置有顶梁之间的调架装置和斜拉千斤顶装置等。通常是在支架卸载期间进行调整,为此必须适应降、移行程的要求。常见的防滑装置有输送机防滑装置、底调装置、底座导向梁和排头支架的兜角防滑装置等。

液压支架控制系统 按控制方式分为液压和电液两种;按动作方式又分为直接式和先导式。液压直接控制系统用手动操纵阀直接控制本架或邻架的液压缸,实现支架的各种不同动作,又称全流量控制。这种系统结构简单,维护方便,成本较低,但不便于邻架控制,

是液压支架的第一代控制系统。液压先导控制系统又称半流量控制。通过小流量的先导阀和多芯管再经主控阀控制支架动作,这种系统操作容易,便于实现邻架控制和加快动作速度,是第二代控制系统。最新的电液控制系统则采用了微电子和计算机等技术,可以实现动作程序的自动控制,是液压支架控制系统的主要发展方向。

工作原理和技术特征 支架由安设在巷道或硐室的乳化液泵站供液。当压力乳化液通过控制系统进入立柱后,支架就升起初撑顶板,随着顶板下沉,支架对顶板的支撑阻力增高,由安全阀来限定立柱内闭锁液体的压力,实现恒阻支撑。移架时先降缩立柱,使支架卸载和脱离顶板,然后动作推移千斤顶,以输送机(或相邻支架等)为支点实现移架,再以支撑的支架为支点推移输送机。支架还可通过各种千斤顶实现护帮、平衡、调架等各种不同的辅助动作,从而配合采煤机和刮板输送机实现工作面落煤、支护和运输的综合机械化。液压支架在工作面按一定间距排列布置,多数为依次顺序移动,少数也采用分段或交替移动等方式。

支护方式 按照支架与配套设备之间相互动作的次序,支架对顶板的支护方式常见有即时和滞后两种。即时支护就是在采煤机割煤后立即移架,迅速支护新裸露的顶板,广泛用于各种顶板条件。滞后支护就是在采煤后先推输送机然后再移架,它对顶板的支护有较长的滞后时间,只能用于稳定顶板。

支架工作阻力 支架正常工作时,对顶板的最大支撑力,一般指垂直支撑力。支撑效率指垂直支撑力与所有立柱工作阻力之和的比值。支撑式支架的支撑效率为1,掩护式和支撑掩护式支架一般小于1,其中支撑掩护式支架的支撑效率最低,约为0.6~0.75。支架额定工作阻力用立柱工作阻力之和表示,中国多为2000~6000kN,最大达10000kN。

支护强度 支架对单位控顶面积顶板所提供的阻力。除支撑式支架外该值都随支架高度而变化。它是根据顶板条件而确定的支架基本参数之一,中国多为0.4~0.8MPa。

支架高度 支架可以伸缩达到的最大与最小高度,前者指立柱处于完全伸出时,后者指立柱完全收缩时,顶梁处于水平状态下的支架高度。其比值称支架伸缩比。其差值称支架可缩量。支架高度的确定主要考虑采高及其变化,以及顶板特性、开采方法、支架运输和安全等因素。支架实际使用高度应小于最大高度,大于最小高度。90年代初,液压支架的最大高度已达6m,最低达0.5m。支架伸缩范围越大,其适应煤层变化的能力越强,但也相应增加了支架复杂程度和重量。



底板载荷集度 又称底板比压。支架底座对单位面积底板上所造成的压力。比压过大会使支架陷入底板,影响工作特性并造成移架困难。比压峰值应尽可能避免在底座前端出现。

支架中心距 相邻支架的中心间距。常与输送机中部槽长匹配,多为1.5m,早期也有1.2m。为了减少工作面液压元部件的数量,加快推进速度,从90年代起已有加大的趋势,如1.75m等。

简史和发展趋势 1954年英国装备了第一个液压支架工作面,当时以英国和联邦德国为代表的欧洲国家主要发展结构简单的支撑式支架,其重点分别为垛式和节式支架。直至70年代之前,支撑式支架一直是世界上最主要的架型,但这种支架稳定性和抗水平载荷能力差,只能用于中厚以下的缓倾斜煤层,支架损坏率高,而且挡矸封闭性差,无法适应中等稳定以下的顶板。从60年代起,苏联、匈牙利和法国等先后研制了掩护式支架。由于这种支架稳定性和掩护挡矸性都较好,调高范围大,所以逐渐发展推广,早期大多为短顶梁插底式的支掩护式支架,虽可适应松软顶板条件,但支撑能力低,工作空间小,配套复杂,生产能力低。70年代中期,联邦德国引进并研制了掩护式和支撑掩护式支架,并独创了带平衡千斤顶的支顶掩护式支架,在架型和结构上都取得重大突破,使这种支架不仅具备传统掩护支架的基本优点,同时大大提高了支撑能力,加大了工作空间和配套能力,而且支架的结构和操作都比较简单。支撑掩护式支架则吸收了支撑式和掩护式支架的基本特点,有很强的适应性,因此从70年代末以后,支撑式支架逐渐被掩护式和支撑掩护式支架淘汰。

中国自60年代起就开始研制液压支架,70年代相继研制成功了各种主要架型,80年代获得大量推广应用。至90年代初,中国煤矿液压支架工作面的煤炭总产量已达到1.5亿t/a左右。

从80年代中期起,以美国和澳大利亚为代表,液压支架主要向强力、可靠、快速和自动控制方向发展,以满足高产高效采煤的要求,为此大力发展和推广电液自动控制技术,改善供液系统,提高支架的支撑能力和可靠性,简化结构和操作。其它一些国家又根据不同的生产地质条件发展相适应的优化合理的架型,包括各种特种液压支架,提高液压支架的使用性能,扩大适用范围。

参考书目

1. 蒋国安等,《液压支架》,山东科学技术出版社,1980年。
2. 马维绪等,《液压支架》,煤炭工业出版社,1984年。

(赵衡山)

yeyazhijia dianye kongzhi xitong

液压支架电液控制系统 (electro-hydraulic control system for hydraulic support)

利用电子和液压技术实现液压支架自动控制的系统。它用微型计算机网络系统控制电液先导阀,再由电液先导阀驱动主控阀,使液压支架立柱、千斤顶伸出和缩回。按照采煤工艺要求编制程序后,即可通过微机实现工作面液压支架各项动作的自动运行。

液压支架电液控制系统具有以下优点:

(1) 支架的工作过程可自动循环进行,缩短了辅助时间,还可实现多架同时动作,加快了支架的推进速度。支架的“降—移—升”循环时间可达6~10s,可与采煤机牵引速度9~15m/min相配合,实现综采工作面的高产高效。

(2) 操作者按动按键即可实现支架动作,降低了劳动强度。操作者可以在无煤尘的方向进行操作,因此改善了工作条件。

(3) 由于电液控制的支架之间用多芯电缆传输,容易实现双向邻架控制和远距离控制,特别适合薄煤层支架的自动控制。

(4) 容易实现液压支架、采煤机和输送机自动控制系统联网,进一步发展为完全自动化的采煤工作面。

简史 80年代初,联邦德国、英国的液压支架制造厂家开始研制支架电液控制系统。按其技术发展完善程度可分为三个阶段。第一阶段为单台支架电液控制,即对单台支架的单个动作进行控制又可对支架的“降柱—移架—升柱”循环进行程序控制。第二阶段为成组支架电液控制即沿工作面以若干台支架为一组按给定的动作顺序移动支架的半自动化控制。第三阶段为全工作面采煤设备完全自动化的电液控制,即支架电液控制系统与安装有位置测量仪的采煤机、输送机的自动控制系统相结合,实现从巷道中的中央控制台或井上控制室进行远距离控制。

80年代末支架电液控制系统在美国、澳大利亚等煤矿得到了广泛应用。中国自1986年开始研制支架电液控制系统,90年代初井下试验初步成功。

系统组成 一般由电源箱、中央控制台、支架控制箱、本安型电液先导阀、液压主控阀组、压力传感器、位移传感器和传输电缆等主要部件组成(见下页图1)。

电源箱 防爆兼本安型,用于供给中央控制台、支架控制箱、电液先导阀及传感器等电气元件工作用电。由于各国井下防爆标准不同,工作面电源数量不一,容量大的为一台,容量小的为多台。一般10~20台支架设一台电源箱。电源供电区间用偶合器隔离。

中央控制台 又称端头计算机。由微处理器、显示

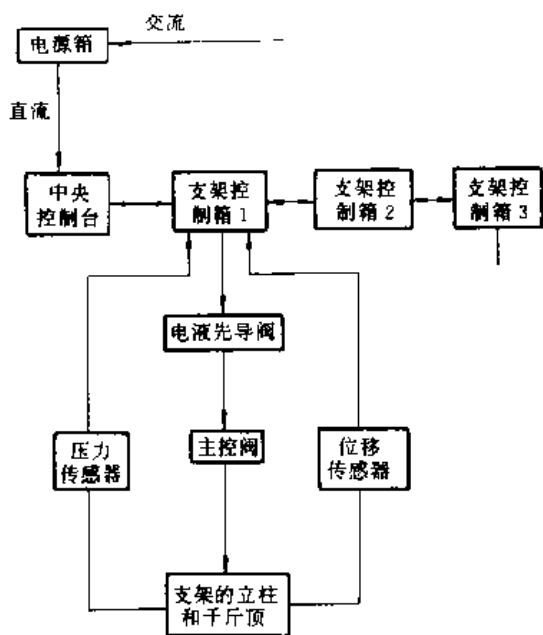


图1 液压支架电液控制系统示意图

屏幕、键盘、输入输出模块、存储器等组成的专用微机系统。每工作面设一台，置于顺槽巷道中，用电线与支架控制箱串联。中央控制台是全工作面电液控制系统的控制中心，主要功能是修改、储存支架控制箱运行参数，监控工作面支架运行情况，在自动程序控制中协调采煤机与支架同步运行，同时为地面监控室传送工作面运行情况及数据。

支架控制箱 由单片机、程序存储器、输入输出接口、通讯电路、驱动电路、电源、键盘等组成的微机控制系统。每架一台，相邻支架控制箱用电线连通。液压支架控制箱是支架电液控制枢纽，其主要功能是通过操作键盘输入的指令可使左右支架实现相应的动作，接收中央控制台的信息以及压力传感器、位移传感器的反馈信号，经微机判断处理后监测该控制箱所控制的支架的程序动作，显示和修改单台支架的运行参数。

位移传感器 采用直流差动式、干簧管式或电磁开关式等结构。大多安装在支架的推移千斤顶上，用以测量支架和输送机的相对位移量。

压力传感器 常用电阻应变式结构，安装在支架立柱下腔的管路上，用以测量立柱下腔的压力。

电液先导阀 是电液转换元件，用于控制液压主控阀组。由支架控制箱输出的直流电驱动电磁铁或微电机等电气元件，使两位三通先导阀开通，停电后依靠弹簧力量自动将阀关闭。

主控阀组 多为两位三通多片组合阀。利用电液先导阀的开启和关闭，控制主控阀通向立柱、千斤顶的

高压液体的通和断。主控阀一般通径较大，通液能力强，以实现立柱、千斤顶的快速运动。

基本控制方式 包括单架单动作双向控制方式，单架自动循环双向控制方式和成组支架自动程序控制方式。此外都保留手动检修控制方式。

单架单动作双向控制方式 即在工作面任意一台支架控制箱上可以逐个控制左邻架或右邻架所有立柱和千斤顶的伸、缩动作。

单架自动循环双向控制方式 即在工作面任意一台支架控制箱上可以控制左邻架或右邻架的降柱—移架—升柱自动循环动作。

成组支架自动程序控制方式 根据支架动作的多少和工作面采煤工艺不同情况，可以编制不同的程序软件。例如，对于支撑掩护式带挑梁装置支架，操作者首先可在采煤机所在位置附近的若干台支架上，按照采煤工艺的要求，分别预先设置A、B、C、D动作流程。其中：

A 流程——支架挑梁收。在采煤机前滚筒之前第2架或第3架予置此动作。

B 流程——支架降柱—移架—升柱循环动作。在采煤机前滚筒之后第2架或第3架予置此动作。

C 流程——支架挑梁伸。在B流程动作支架之后第1架或第2架予置此动作。

D 流程——支架推输送机。在采煤机后滚筒之后第10架予置此动作。

完成上述予置动作后，操作者在工作面内任意一台支架上（一般应在可视范围内）按程序启动按键后，被预置A、B、C、D流程的支架即自动地完成各自的动作。动作结束后即把动作准备指令传递给该组的下一台支架，经过一个规定的时间间隔后，各下一架支架自动地再重复上一架支架的动作。以此类推全工作面支架依次动作，直至全工作面完成一次采煤循环（图2）。

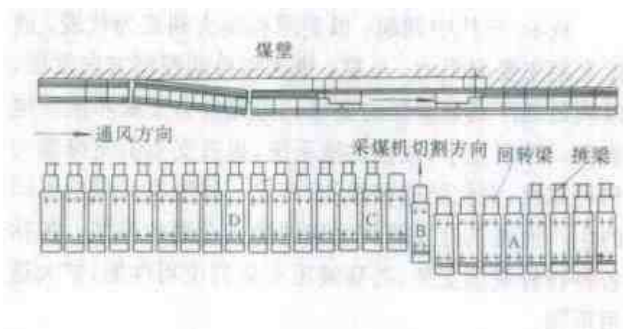


图2 成组支架自动程序控制示意图

A—挑梁收；B—降移升；C—挑梁伸；D—输送机



yeyazhijia (zhu) faleishiyan

液压支架(柱)阀类试验 (testing of hydraulic support (prop) valves) 在专用的试验设备上,依照规定的程序和内容,对液压支架(柱)的阀类性能指标,技术参数进行检测考核,以验证阀的设计,加工和装配质量。

液压支架阀类试验 有操纵阀、液控单向阀,安全阀和立柱阀试验。

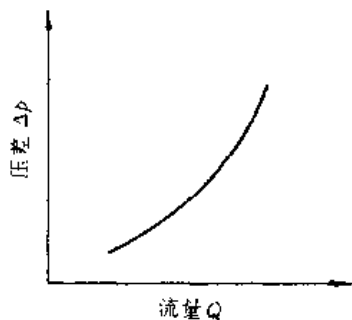
操纵阀试验 包括换向性能、密封性能、耐久性和稳态压差—流量特性试验。

(1) 换向性能试验 考核被试阀在公称压力和公称流量条件下换向时的准确性和灵活性,操作力矩应符合规定值。

(2) 密封性能试验 考核被试阀处于不操作位置和工作位置时高压(阀的公称压力)和低压(设计规定最小压力)的密封性能。

(3) 耐久性试验 考核被试阀在公称流量和公称压力下换向和通过液体的能力,以无故障的换向次数评价该阀的使用寿命。

(4) 稳态压差—流量特性试验 测定被试阀通过不同流量时的进液和回液的阻力损失,并用压差—流量特性曲线表示(见图)。



进液(回液)稳态压差—流量特性曲线

液控单向阀试验 包括稳态压差—流量特性、密封性能、关闭性能、瞬态冲击性能和耐久性试验。

(1) 稳态压差—流量特性试验 和操纵阀试验相同。

(2) 密封性能试验 考核被试阀在高压(阀的公称压力)和低压(设计规定的最小压力)条件下的密封性能。

(3) 关闭特性试验 测定被试阀停止供液时的封闭压力值,通常用关闭后压力与关闭前压力的比值表示。

(4) 瞬态冲击性能试验 测定被试阀在封闭公称压力卸载时,压力释放过程中所产生的液压冲击最大

值,其最大值应低于规范要求。

(5) 耐久性试验 考核被试阀在公称压力、公称流量条件下,进液—加载—卸载的循环寿命。

安全阀试验 包括小流量启溢闭特性、公称流量启溢闭特性、密封性能和耐久性试验。

(1) 小流量启溢闭特性试验 考核被试阀在通过小流量(如 0.04 l/min)时,经开启、溢流、关闭过程对系统压力的控制能力。通常用于出厂调压。

(2) 公称流量启溢闭特性试验 考核被试阀在通过小流量时,经开启、溢流、关闭过程对系统压力的控制能力,将试验全过程的压力变化用曲线记录,其压力最高、最低值应满足规范要求。

(3) 密封性能试验 考核被试阀在高压(阀公称压力的 90%)和低压(设计规定最小值)条件下的密封性能。

(4) 耐久性试验 以公称压力的 110% 和公称流量向被试阀供液,使阀开启、溢流和关闭,循环动作。考核被试阀无故障循环次数和总过液量,应满足规范要求。

立柱阀性能试验 立柱阀是双伸缩立柱中的顶杆式单向阀,可在专用设备上或装在双伸缩立柱中进行试验。试验项目包括密封性能试验和耐久性试验。

(1) 密封性能试验 分别以被试阀公称压力和设计规定的最低压力向被试阀工作腔供液并保持压力,观测有无漏液。

(2) 耐久性试验 以公称压力和公称流量向被试阀供液,阀开启、溢流,然后停止供液,使阀关闭为一次工作循环,其每次溢流时间和循环次数应符合规范或设计要求。

单体液压支柱阀试验 单体液压支柱阀是由单向阀、卸载阀、安全阀组成的三用阀。

单向阀试验

(1) 单向阀开启压力的测定 向进液口供液,压力慢速上升直到单向阀开启,测量压力值。

(2) 单向阀关闭压力的测定 向进液口连续供液,待高压腔压力平稳后切断供液,测量高压腔封闭压力。

(3) 单向阀高、低压密封性能试验 向高压腔分别输入规定的高压和低压液体,观测密封有无液体渗漏和压力降。

(4) 单向阀耐久性试验 以安全阀的 110% 额定工作压力向被试阀反复供液,以无故障的循环次数评价阀的使用寿命。

(5) 单向阀强度试验 对被试阀高压腔输入两倍安全阀额定工作压力,测量各密封有无渗漏和零件损坏。



卸载阀试验 卸载阀除卸载压力测定外,其他高、低压密封性能试验、耐久性试验、强度试验项目和单向阀试验相同。

卸载压力测定 向被试阀输入规定的液压力,测定卸载时手柄操作力矩。

安全阀试验

(1) 安全阀工作压力的调定 以规定的流量向被试阀供液,调定安全阀的工作压力。

(2) 安全阀关闭压力的测定 在溢流量为规定值的条件下,向被试阀供液。安全阀突然停止加载,测量关闭压力。

(3) 安全阀高、低压密封性能 对安全阀高压腔分别输入规定的高压和低压,待压力稳定后分别观测有无渗漏和压力降。

(4) 安全阀耐久性试验 以规定流量对被试阀以零压加载至额定工作压力,直到溢流为一次工作循环,以无故障循环次数的多少评价该阀的寿命。

(5) 安全阀强度试验 以两倍安全阀额定工作压力对被试阀进行超压试验,观测漏液情况和零件有无损坏。

(姜东权)

yeya zhijia shoudong kongzhi xitong

液压支架手动控制系统 (manual-acting control system for hydraulic support) 由手动控制元件和执行机构组成的液压支架控制系统。

简史 自 50 年代初期英国第一套液压支架问世以来,支架的手动控制系统随着支架架型变化渐趋完善,由本架控制发展到邻架控制和先导控制,控制元件的种类和数量也相应增多。到 80 年代末期,控制元件的参数已大大提高,如流量由 80L/min 发展到 200L/min 以上,控制压力由 10MPa 提高到 40MPa,同时使用寿命也大大提高,满足了高产高效采煤工作面的需要。

系统分类 根据控制元件的组合和控制方式不同,可分本架控制系统,邻架控制系统和液压先导控制系统。

本架控制系统 操作者操纵所在支架的控制系统。系统结构简单,在中国普遍应用。

邻架控制系统 操作者在支架内操纵相邻支架的控制系统。系统结构简单、操作方便安全,但过架胶管多给移架带来不便。

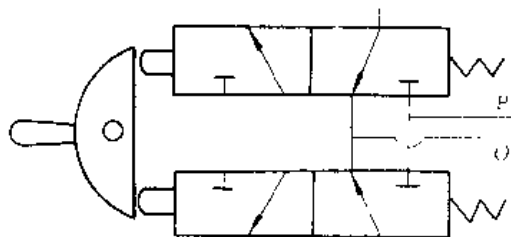
液压先导控制系统 通过先导阀驱动主控阀实现支架各种动作的控制系统。系统结构比较复杂,可采用多芯胶管实现邻架控制,过架胶管少,操作省力,移架速度快。

系统组成 控制元件主要包括:操纵阀、液控单向阀、安全阀和截止阀等。

操纵阀 控制液流方向,实现支架升降、推移等不同动作的阀门。根据操作方式不同分为平面旋转式、组合滑动式、先导液控式等。

(1) 平面旋转式操纵阀 由手柄、转子和阀体等组成,工作时,转子绕中心轴线转动,接通或断开阀体上各对应工作孔,实现液流分配和换向动作。该阀结构紧凑、体积小、位数多,但由于各液口在同一回转平面,不能实现支架的复合动作,同时过液断面小,液体流动阻力损失大。80 年代中期起已很少使用。

(2) 组合滑动式操纵阀 又称片式组合操纵阀。每片为一手动三位四通阀,其片数多少可根据需要进行组合。阀片内有两个结构相同的二位三通阀(见图)。该二位三通阀可控制液压工作油缸的一个动作,因此操作比较灵活,可以实现支架复合动作,同时过液断面大,液体流动阻力损失小。有利于提高移架速度。这类阀在支架中使用比较普遍。



片式组合操纵阀示意图

(3) 先导液控操纵阀 利用液压力驱动主控阀变换液流方向的液压元件。该阀由手动先导阀和主控阀两部分组成,如采用多芯胶管将两部分阀分开连接,可实现邻架控制。这类阀操作省力,使用方便、流量大,可提高移架速度。80 年代初期英国和原西德已经推广使用,中国使用很少。

液控单向阀 闭锁并控制释放立柱、千斤顶工作腔液体的阀门。工作时压力液通过该阀进入(立柱)工作腔,停止供液时单向阀迅速关闭,闭锁工作腔液体。当压力液进入阀卸载口时,液控单向阀打开,释放工作腔液体。液控单向阀必须具有较高的封闭效率和良好的密封性能,同时要求卸载冲击压力符合规范要求。按工况不同有单液控和双液控两种方式。常见的结构按密封副的形式分为平面式、锥阀式、球阀式或柱塞式等。

安全阀 是使立柱保持恒定支撑阻力,并对承载构件起过载保护作用的液压元件。当顶板压力超过立柱工作阻力时,安全阀开启溢流,在溢流过程中安全阀



必须保证立柱工作腔压力接近恒定值。安全阀溢流时压力的波动值,应控制在一定范围内,以保证立柱和支架的安全,安全阀按其适应的顶板状况、溢流能力可分为小流量(普通型)、大流量(抗冲击型)以及介于中间的中流量安全阀。按照密封副的形式可分为柱塞式、平面式和锥阀式等。按所用的弹性元件主要可分为弹簧式和充气式。

截止阀 在液压支架管路系统中,作为截断供液用的阀门。一般用在每个支架的主进回液管路中,平时常开,检修支架时关闭此阀以切断液流。截止阀根据密封副的结构不同,有平面式、锥式和球型等型式。90年代初期由于乳化液系的流量加大和压力提高,截止阀的过流断面也随之增加,为减小操作力采取了压力平衡方式。

(姜东权)

yeya zhijia zhengji shiyan

液压支架整机试验 (testing of hydraulic support)

在模拟井下工况的专用试验台上,按规定的程序和内容,对组装成整台的液压支架或互有联系的支架组进行检验,以考核产品的各项性能指标,验证其支护性能、操作性能、结构强度以及可靠性和适用条件。

简史 20世纪50年代苏联就建立了规模巨大的采煤机械化设备综合试验场,对包括支架在内的综采设备进行试验。英国、联邦德国、波兰、美国等也先后研制了支架试验设备,其结构性能和参数更加符合现代支架的试验要求。美国建立的支架试验台,可同时模拟顶底板垂直和水平方向的载荷和位移,测试支架高度为0.6~4.9m,垂直加载力达13345kN,水平加载力达7117kN,加载力和速度均由计算机控制。中国于1975年底已有3个支架试验台投入使用,可对工作阻力在10000kN以下,支承高度为1~5m的支架进行各项试验。其中可旋转试验台,可以模拟70°倾斜的工作面,同时对三架支架进行各种试验,试验过程已实现自动化。

试验设备 支架试验台由框架、加载装置、动力源、电气控制系统、测量及数据处理系统等组成。试验台按能否与地面相对转动,分为固定式和可旋转式两种。试验框架固定在地基上称为固定式试验台;试验框架与地基能相对旋转,使其上下平台与水平面呈试验需要的倾斜角度,可以模拟支架在倾斜工作面工况的称为可旋转式试验台。支架的垂直加载可以采用外加载或内加载方式,支架的水平加载采用外加载方式。外加载装置是采用液压油缸,通过下平台或活动平台对

支架施加载荷,加载时可对载荷和加载速度进行控制。外加载装置结构较复杂、加工困难、投资较大,但功能较全,模拟井下载荷比较真实、使用方便。内加载是依靠对支架立柱油缸内充液增压使支架加载,结构较简单、投资少,但模拟井下载荷真实性较差,加载力受支架内部结构摩擦力等影响。

试验内容 试验内容有:操作性能、密封性能、支护性能、对顶底板适应性能、倾斜工况性能、结构强度和耐久性能。

操作性能 在额定供液压力和流量下,按设计规定操作换向阀,要求支架各运动部件动作灵活、准确、无滞涩卡现象。处于支撑状态的支架,使其降落至规定距离,前移额定步距,再升柱支撑,测定所用时间,计算移架速度。因实际使用中包含调架、辅助机构动作、人员走动等辅助时间,同时与操作熟练程度、回液阻力等因素有关,因此该测定值只作为相对比较值。

密封性能 检验支架上立柱、液控单向阀、安全阀及其连接件的综合密封性能。试验时将支架支撑在刚性试验台内,每根立柱上腔安装压力表或传感器,立柱下腔用内充液给以一定压力,记录此压力值。间隔规定时间后,再测录各压力值,根据前后压力值的变化,判断其密封性能是否符合要求。

支护性能 包括初撑力和工作阻力的测定。初撑力指支架支设时施于顶板的力,它与供液压力及液控单向阀关闭特性有关。采用测定立柱内压的方法,在额定供液下升柱,撑紧顶板后中断供液,此时测得的压力值应符合要求。工作阻力是支架对顶板的额定支撑力,它由安全阀的调定压力来限定。同样采用测定立柱内压的方法,支架初撑后继续使立柱活塞腔增压或用试验台对支架施加载荷,安全阀开启,测定开启时及关闭后的压力值,测得值应符合规定要求。

对顶底板适应性能 当工作面顶板出现台阶或凹凸不平时,支架应保持其支撑性能,要求顶梁能上仰或下俯。试验中只需测定规定条件下的仰角或俯角的极限值。支架对底板的适应性试验包括对底板比压的特征试验和对底板台阶的适应能力试验两个方面。

(1) 支架对底板比压的特征试验 为适应松软底板条件,保证支架顺利前移,比压分布应均匀,前端不应过高,或者支架具有抬底座机构。检测这种性能时,英国采用砂床试验法:即在支架底座下方垫230mm厚度砂层,使支架承载达工作阻力,测定底座下陷深度。以此判断底座适应软底板能力。德国则采用压缩木试验法:将抗压强度200N/cm²、厚20mm的压缩纤维板,放在支架底座下方,其上垫宽40mm铁条4条,将支架支撑并加载到工作阻力,1h后测量压缩纤维板的压



痕深度。通过与标定数值对照及换算,得出底座全长比压分布。中国采用压缩木试验法。

(2)对底板台阶的适应能力试验 检验方法:①在底座前方双侧或单侧,设置一定高度的障碍物,用收缩前立柱或抬底座机构使支架前移,观察支架越过台阶能力。②当推移机构处于最小和最大伸出长度时,测定输送机与底座的上下活动范围及推杆左右摆动范围。当超过规定范围时,机构端部将承受垂直或水平载荷,分别测定其承载能力。

倾斜工况性能 当回采工作面仰斜或俯斜开采时,支架在自由状态下不应向前或向后倾翻,同时应保证与输送机正确的相对位置,保持一定的架间距及与顶底板呈垂直支撑状态。将有防倒防滑装置的支架组置于可旋转试验台中,试验台旋转到要求使用的倾角,按实际使用顺序,反复操作支架,观察调整支架上下、左右位置及移动的灵活性,支撑后能否保持要求的位置及支撑状态,测定移架、防倒、防滑千斤顶及立柱的工作压力。

结构强度 模拟支架可能出现的各种恶劣工况,分别进行加载试验,考核支架各结构部件的强度。用应力分析方法,测定各部件较弱部位应力和总体变形,判断其安全系数和残余变形是否超过允许值,并对支架在各种工况下的受力状态进行分析,找出受力最大或结构较薄弱的部位。

耐久性能 检验支架长期使用性能,包括各结构部件的耐久性,液压元部件工作的可靠性等。试验方法与强度试验相同。挑选几种最恶劣的工况,反复进行初撑—加载—卸载循环试验,每种工况下完成规定循环数,累计规定试验循环次数后,各结构部件不应有裂纹等使用性能的缺陷,各液压元部件仍保持正常工作性能。这种试验一般采用内加载,在自动控制下进行,加载压力为额定工作阻力。

(李鹤才)

yidong biandianzhan

移动变电站 (mobile substation) 煤矿井下可移动的供、变电成套装置。用于对采煤和掘进工作面供电,解决因采煤和掘进工作面机械设备容量增大和供电距离增长而引起的供电电压下降问题。移动变电站可随着采煤工作面的推进而移动,与工作面保持较短的距离,使低压供电距离缩短,电压损失降低,保证供电质量。由移动变电站还可以派生出更为简单的移动变压器与独立的高、低压开关组成可移动的供、变电成套装置。

基本结构 由高压负荷开关、干式变压器和低压

馈电开关组合而成,外形如下页图所示。

高压负荷开关 由能带负载操作的压气式开关和隔爆型外壳构成。在正常情况下主要用作分、合空载干式变压器,特殊情况下可带负载分闸。高压负荷开关额定电流有100A、200A,额定电压6kV,与低压馈电开关之间设有电气连锁,以确保分断时低压馈电开关先分闸。另外还设有安全联锁装置,当打开箱盖时,上一级电源跳闸,只有箱盖盖好后上级电源方可接通,确保检修安全。高压负荷开关箱两侧各装一个高压电缆连接器,高压负荷开关的引出线接入高压电缆连接器的一端,另一端接屏蔽橡胶套电缆。

干式变压器 不用液体介质绝缘和冷却的变压器。将高压侧电压通过电磁感应转变为矿井井下所需的供电电压,由矿用隔爆型箱体和变压器器身组成,铁心和线圈以空气作为绝缘介质和冷却介质。隔爆箱体两侧采用瓦楞形钢板结构,以增加箱体强度和散热面积。中国制造的干式变压器箱体有两端开盖结构和顶部开盖结构两种,变压器铁心选用优质硅钢片,通常采用全斜接缝、不冲孔结构,以降低变压器空载损耗。变压器线圈采用铜质导线。变压器绝缘材料根据产品容量大小,分别采用H级和B级。H级绝缘材料的绝缘系统温度为180℃,绕组温升限值为125K;B级绝缘材料的绝缘系统温度为130℃,绕组温升限值为80K。变压器高压侧用改变连接片的位置可达到调节输出电压之值。变压器二次侧可以通过Y—d变换得到两种输出电压。

低压馈电开关 由断路器、漏电保护单元和隔爆外壳构成。中国制造的移动变电站用低压馈电开关,在正常条件下,对用电设备实行不频繁通、断操作并起保护作用,即当低压电路出现过载、短路、欠电压或绝缘电阻低于规定值时能自动分断。采用空气断路器或真空断路器作为主电路开关,由于真空断路器具有熄弧时间短、分断能力大、触头不需要维修、使用寿命长等优点,低压馈电开关将逐步用真空断路器替代空气断路器(见馈电开关)。

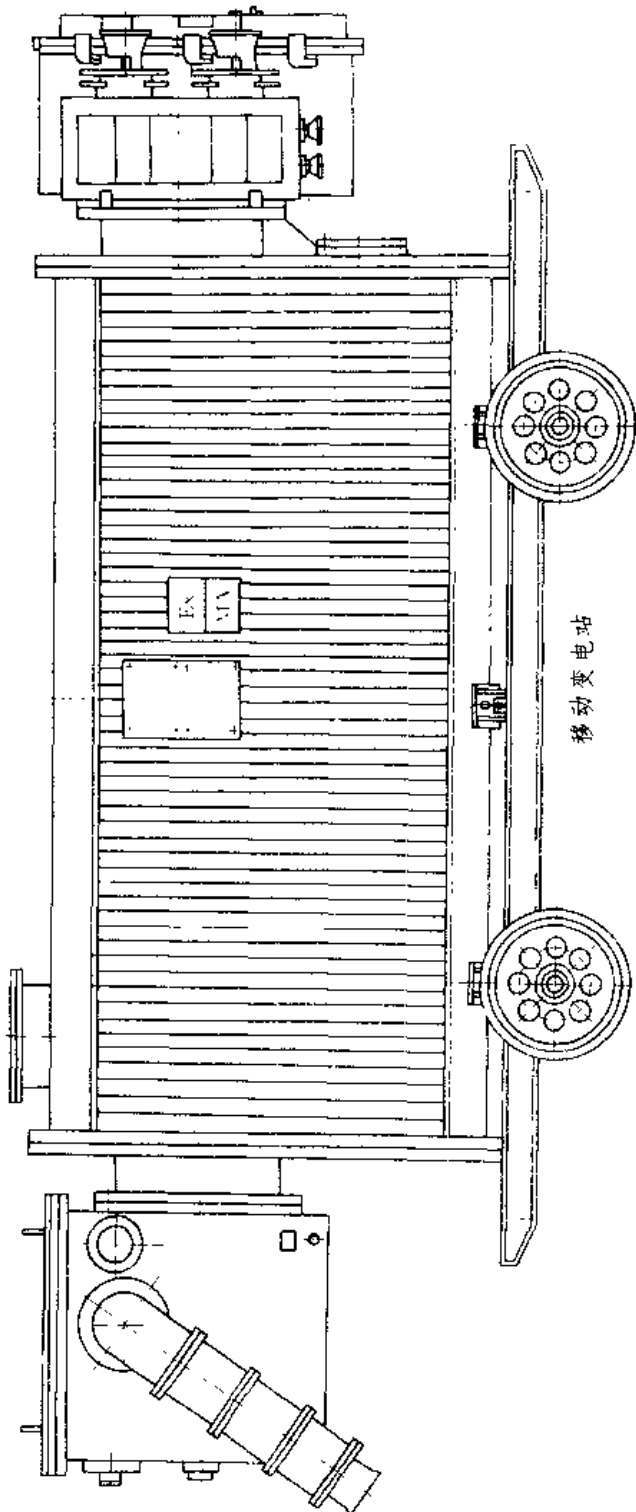
主要性能参数 中国生产的矿用隔爆型移动变电站主要性能参数见下页表。

移动变压器 不配置高、低压开关而单独使用可移动的供、变电变压器。有些矿井由于移动变电站较长,不便于下井运输,则可选择移动变压器供、变电,在煤矿井下再配置独立的隔爆型高、低压开关,形成供电系统。

移动变压器额定容量为50、100、200、315、400、500、630、800、1000、1250kVA,高压侧电压6kV、10kV,装有独立的接线盒,一般有一个电缆引入装置,

移动变电站主要性能参数

额定容量 (kVA)	额定电压 (kV)		阻抗电压 (%)	联结组 标号
	高 压	低 压		
100	6±5%	0.66/0.38	4	Y, YO Y, d11
200				
315				
400				
500				
630		1.14/0.66	5	
800			1.14	5.5
1000				6
1250				
100	10±5%	0.66/0.38	4.5	Y, YO Y, d11
200				
315				
400				
500				
630		0.66/1.14	5.5	
800			1.14	6
1000				6.5
1250				



并设有急停按钮，能切断高压电源。还设有安全电气连锁装置，在打开接线盒时，自动切断高压电源。低压侧也有独立的接线盒，一般设有两个电缆引出装置，与高压侧一样设有安全电气连锁装置，打开接线盒时自动切断上级电源，只有当盖盖好后上级电源方可合闸。移动变压器其他结构与移动变电站干式变压器相同。

简史与发展趋势 中国于1971年研制成功高压6kV、低压660V，容量315、500kVA的移动变电站，1981年研制成功高压6kV、低压1140V，容量315、500、630kVA的移动变电站。到80年代末已形成50~1000kVA移动变电



站系列。至1994年,中国煤矿井下已有近5000台移动变电站投入运行。

中国煤矿井下的采煤机功率已达 $2 \times 500 \text{ kW}$,采煤工作面的总容量达 3000 kW 以上,目前生产的移动变电站已不能满足需要,必须增加变压器的容量和提高二次电压。中国于1992年开始研制日产万吨煤工作面用的移动变电站,额定容量 1600 kVA 、一次电压 6 kV ,二次电压 3.45 kV 。随着采煤机械功率的增加,移动变电站容量还有增大的趋势。

(彭廷龄)

yidongshi zhaoming dengju

移动式照明灯具 (portable illuminator)

用于采掘、装载机械和电机车等移动机械设备上,为作业时提供局部照明的灯具。移动式照明灯具分电机车灯具和钻车、掘进机械灯具两类。

电机车灯具 安装在电机车的头尾,随车行进的移动式照明灯具。安装在电机车头部的为机车前照灯(机车投光灯),供电机车行进照明用;安装在电机车尾部的为机车尾灯(俗称红灯),是行车识别信号灯,用以保证行车安全。机车前照灯大多为矿用隔爆型,具有耐震性能好,照射距离远(大于 40 m)坚固耐用等特点。照明光源多为白炽灯。电源电压主要为 24 V 和 48 V ,个别为 250 V (架线电机车用)。蓄电池式电机车由本机蓄电池组抽头供电,架线式电机车由架线直流电源供电,机车尾灯有非防爆型和矿用隔爆型两种,根据井下不同环境区域选用。非防爆型尾灯由矿灯和灯盒组成,以矿灯为灯具的光源和电源,灯盒用钢板制成,内设防震橡胶垫,灯盒体上方设有红色透明体,矿灯光束透过红色透明体发出红光。矿用隔爆型尾灯由光源、双向反

射装置、隔爆外壳、红色玻璃透明罩、可充电电池及联锁装置组成。两种尾灯均用挂钩固定在电机车上。另有一种把电机车前照灯和尾灯结合一体的电机车子母灯,能方便地保证电机车往返运行时均前有照明灯,后有尾灯。

掘进机械灯具 安装在采掘机械等设备上,供作业时照明的移动式灯具。这类灯具都为矿用防爆投光灯(见图),基本结构与机车前照灯相似,其防震性能比机车前照灯更好,且具有光斑大、亮度高、坚固耐用等特点。照明电压大多为 12 V 、 24 V 和 36 V ,个别为 127 V ,由机器本体附带的照明变压器供电。照明光源大多采用耐震白炽灯,少数用高压汞灯供水力采煤工作面照明用。另有一种新型的以高压钠灯为光源的掘进机用矿用隔爆型灯具,具有抗震性好、光效高、寿命长等优点。

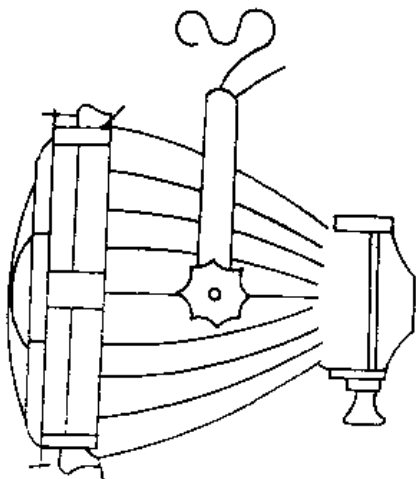
(乐卫良)

youfeng shiyan

油封试验 (oil seal test) 又称旋转轴唇形密封试验,在专门的试验台架上,按照规定的工作条件进行的旋转轴油封模拟工况试验。用来检验或考核油封的工作性能、使用寿命和可靠性。

简史 油封试验起源于对油封机理的研究。20世纪40年代,欧洲的科学家建造了专门的装置,对油封进行研究试验,以寻求一种简单而又可靠的旋转轴密封方式。随着对油封机理研究的逐步深入和油封产品的发展,先后提出了油封的表面张力理论、动压效果理论、微粘理论、泵汲效应和阶式泵汲侧向流理论。1987年两位美国工程师建立了一个完善的试验装置,提出在轴转动时,油液流过密封唇口的流量,取决于转速、介质粘度、轴表面状况及运转时间等因素,得到了世界工程技术界的公认,从而建立了现代油封试验的基础。当代各主要工业化国家的油封试验都制定了相应的国家标准,国际标准化组织(ISO)也制定有相应的国际标准。各大油封生产企业都建有相当规模的试验车间和试验基地,对各种型号的油封进行试验。中国的油封试验起步于80年代,90年代初开始逐步形成规范化的油封试验。

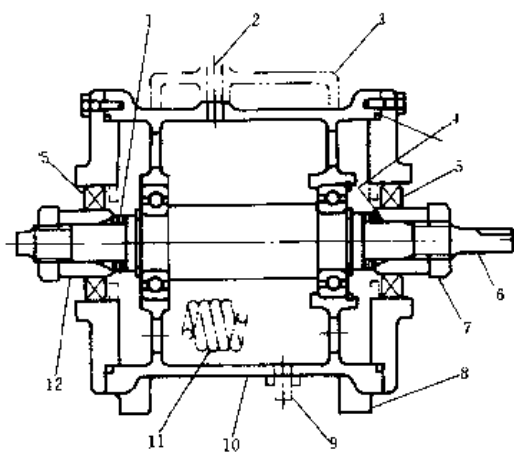
试验内容 油封型式试验包括性能试验和耐久性试验两种。试验在专用的试验装置中进行(见下页图)。该装置可设定转速、径向跳动量、旋转轴与油封接触表面的精度和光洁度状况,还可以调整介质的粘度、温度、污染程度,并通过调整油封安装座的偏心度、腔体压力及环境状况来控制油封的试验条件。该装置所配合的测试系统可以在整个试验过程中测录转速、温度



矿用防爆投光灯



和压力等数据。一个典型的试验装置可以同时试验 6 个油封进行试验。性能试验规定用 6 个油封成组试验,在规定的试验条件下运行 240h 以上。耐久性试验是油封在通过性能试验以后,以不少于 2 个的试件,在规定的工况下,作 1000h 以上连续运转试验。试验结束后,用称量法或计量法测量每个油封的终止泄漏率及成组油封的总终止泄漏率。



油封试验装置原理图

- 1—调整垫; 2—通气孔; 3—散热片; 4—固定密封;
5—被试油封; 6—旋转轴; 7—紧固螺母; 8—架子;
9—油口; 10—腔体; 11—加热器; 12—模拟轴

(芮 丰)

youzhi guanli

油脂管理 (oil and grease management)

对企业生产用油脂的采购、保管、使用、回收等各环节所进行的组织与技术管理工作。油脂管理的任务是按品种、按质、按量、按时地满足生产需要,保证设备良好运行、降低消耗,减少资金占用。

油脂分类 按其用途分为:①燃料油。供内燃机使用的燃料,分汽油和柴油两种。②润滑油(脂)。供设备使用的润滑剂,分润滑油和润滑脂两种。③液压油。供液压系统使用的传动油,分一般液压油和抗磨液压油两种。④专用油。特殊用途使用(变压器油等)。

主要工作内容 包括建立、健全各项管理制度,组织采购与储存、发放、使用与回收等。

验收与储运 油脂到货后要组织验收,确认其品种、数量,对重要和批量大的油品需抽样化验其主要质量指标,不合格不准入库。储存油脂的库房应有防雷、防冻、防火设施,库存油脂应建帐立卡,分类、分品种分别存放,专桶专用。发放与支领油脂的工具需有油品标

记,专油专用。运送油脂,应有防火、防水、防尘措施。

油脂的使用 是油脂管理的重要环节。燃料油主要用于汽车运输,主管部门应配备专人管理,按行驶里程考核其消耗量。润滑油用于设备润滑。由于煤炭企业设备品种和数量很多,安装地点分散,润滑又是设备维护、保养安全运转的重要内容,企业和基层单位应设专职机构和工作人员进行管理。设备润滑要实行“五定”①定点:确定设备润滑部位和润滑点。②定质:按规定油脂牌号用油。③定量:实行定量消耗。④定期:按规定时间加油和换油。⑤定人:规定每台设备什么部位由操作人员负责加油,什么部位由专职人员加油、换油。并按“五定”编制润滑规范简表,规定每台设备那个部位用什么油,加油周期多长,用什么加油装置,由谁负责等,用以指导和检查设备润滑工作。

回收与再生 将使用过的废油收集起来,经过一定的工艺处理后,达到规定指标重新复用。不同品种和变质程度不同的废油,再生方法不同。对老化变质程度较轻的废油,通过加热沉降、白土处理、滤清等步骤即可得到再生。废油再生不仅节约油资源,降低生产成本,还是防止污染环境的重要措施。

(孙庆超 刘兆文)

yougong、wugong diandubiaoxiang

有功、无功电度表箱 (active, reactive kilowatt-hour meter box)

交流供电系统中积算有功或无功电能的计量设备。由普通三相有功或无功电度表、电流互感器、电压互感器及防爆外壳组合而成,用于煤矿井下作为交流电压至 660V,电流至 400A、频率为 50Hz 的电力系统积算有功或无功电能。有功电度表箱主要用于积算实际耗用电量,以计算开采每吨煤所耗电能,作为计划用电、节约用电的依据。无功电度表箱主要是在测量有功电能的同时测量无功电能,以计算功率因数,为进行功率因数补偿提供依据。

电度表箱由隔爆型主腔和接线盒组成,箱门采用螺钉紧固开门式。主腔正中装有电度表,通过箱门的观察窗可识读电度表显示数字,电度表后面装二只电压互感器和二只电流互感器,此外还装有熔断器和电压换接片。为保持电度表安装倾斜度(任何方向)不超过 2°的要求,电度表安装在带有微调机构的支架上,旋转二只调整螺杆,电度表纵向和横向的倾斜度可转动 3°~6°,以保证准确性。

为了正确选用有功、无功电度表箱,被测量电路的实际负荷电流必须接近电度表箱内电流互感器一次额定电流,以保证精度。

(费名琅)

Z

zaojing she bei

凿井设备 (sinking equipment) (见矿井建设卷)。

zaoyanji

凿岩机 (hammer drill) 以冲击回转方式驱动钎杆、钎头、在岩体中凿孔的机具。主要用于矿山开掘岩石井巷、硐室时凿爆破孔。

分类 凿岩机按动力可分为气动、电动、液压和内燃四类。按操作方式可分为手持式、支腿式和导轨式三种。

工作原理 凿岩机一般由动力机构、冲击机构、转钎机构、排屑机构、润滑机构等组成。

气动凿岩机:用压缩空气为动力,实现冲击回转方式凿岩的凿岩机(见气动凿岩机)。

液压凿岩机:用循环高压油为动力,实现冲击回转方式凿岩的凿岩机(见液压凿岩机)。

电动凿岩机:以电动机为动力,实现冲击回转方式凿岩的凿岩机(见电动凿岩机)。

内燃凿岩机:以汽油机为动力,汽油机活塞与冲击活塞装在同一缸体内,燃油与空气经雾化后进入气缸,经压缩、点火、燃烧,燃烧后产生的高压气体推动冲击活塞冲击钎尾,在向前冲击时通过转钎机构带动钎杆回转,从而实现冲击回转凿岩。内燃凿岩机的排粉是靠冲击活塞往复运动产生的压缩空气经排气阀进入钎尾、钎杆,将孔底的岩粉吹出。

简史 1855年,法国人方丹莫罗(Fontainmoreau)发明气动凿岩机取得专利。它至今仍是采掘工业中不可缺少的凿岩机具,应用面最广。由于气动凿岩机需要空气压缩机及输气管路,能量损耗大,效率低(10%~15%),因此,20世纪30年代,苏联、日本等国开始研究以电为动力的电动凿岩机和以汽油发动机为动力的内燃凿岩机。电动凿岩机能量利用率高,噪音低、无油雾,但结构复杂、输出功率小、凿孔速度不快,

故多用于凿小直径浅孔,且以手持和支腿式应用较多。内燃凿岩机,由于废气净化和防爆问题不易解决,煤矿井下不能使用,主要用于野外作业。随着采掘工业的发展,对凿岩技术提出了更高要求。

20世纪60年代开始研究以液压为动力的液压凿岩机。最早研制成功并于1970年用于矿山凿岩的是法国MONTABERT公司的液压凿岩机。中国1973年开始研制,1980年投入矿山使用。目前瑞典、法国、芬兰、英国、日本、美国等已研制成100多种液压凿岩机及配套设备。由于采用循环高压油为动力,具有动力消耗少,能量利用率高,输出功率大,凿岩速度快(比同类气动凿岩机高出1倍以上)等优点,其冲击能、冲击频率、转速等凿岩参数可根据作业方式调整到最佳状态,又可实现凿孔、停钻、退钻、推进等工序自动控制。液压凿岩机自身重量和体积较大、多与凿岩台车配套使用,适用于大断面岩巷凿大直径深孔。

(温绍基)

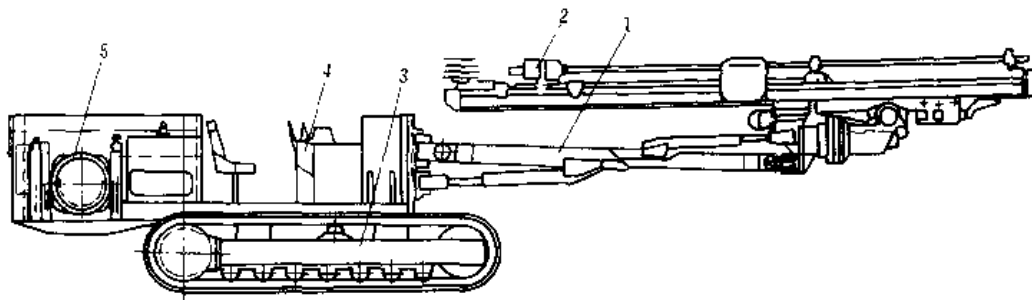
zaoyan taiche

凿岩台车 (drill jumbo) 又称“钻车”。支承、推进、和驱动一台或多台凿岩机实施钻凿孔作业,并具有整机行走功能的钻凿孔设备。用于矿山巷道掘进及其他隧道施工。凿孔直径一般为30~65mm,凿孔深度为2~5m,凿孔时能准确定位定向,并能钻凿平行炮孔。可与装载机械及运输车辆配套,组成掘进机械化作业线。

分类 按钻臂数量可分为单臂、双臂和多臂;按驱动方式可分为气动、电—液驱动和柴油机驱动;按行走方式可分为轨轮式、轮胎式和履带式。目前广泛使用的是电—液驱动的液压凿岩台车。

基本结构 由凿岩机、钻臂(包括推进器)、行走机构、操作台、控制系统、动力源(泵站)等组成(见下页上图)。

凿岩机 普遍采用导轨式液压凿岩机(见液压凿岩机)。



凿岩台车

1—钻臂；2—凿岩机；3—行走机构；4—操作台；5—动力源

钻臂 用于支承和推进凿岩机，并可自由调节方位，以适应炮孔位置需要的机构（见凿岩台车钻臂）。

行走机构 分轨轮式、轮胎式和履带式三种。

(1) **轨轮式行走机构** 由电动机经减速器，通过传动链带动轨轮行走，或者使用低速大扭矩液压马达直接驱动轨轮。轨距有 600mm 和 900mm 两种。轨轮式行走机构结构简单，体积小，适应在中小断面巷道中使用。

(2) **轮胎式行走机构** 由液压马达或柴油机经减速器通过万向传动轴和驱动桥驱动前后车轮行走。转向采用液力助动机构，使转向灵活轻便。按结构可分为刚性底盘和铰接式底盘两种。铰接式底盘可使凿岩台车的转弯半径减小，调整孔位方便灵活。

(3) **履带式行走机构** 由电动机（或液压马达）经减速装置或直接由低速大扭矩液压马达分别驱动左右履带，其工作稳定性好，能在松软底板上作业（见掘进机械履带行走机构）。

控制系统 包括液压控制系统、电控系统、气水路控制系统等。控制系统应具有下列几种功能：凿岩机具、钻臂、和行走机构的驱动与控制；支承与稳定机构、动力源和照明的控制等。其中凿岩机具的驱动与控制是凿岩台车控制系统的核心，它应包括推进回路、防卡钎控制回路、开机轻打回路以及自动退钻回路等。

动力源 主要形式是液压泵站。液压泵站由原动机、液压泵、油箱、过滤器、冷却器及保护控制元件等组成。原动机带动液压泵把压力油输送到各执行元件，实现各种动作和功能。

简史和发展趋势 20 世纪 40 年代，国际上出现一种采用压缩空气为动力源的凿岩台车，虽然技术上还很不完善，但提高凿岩效率，显示出它的优越性。70 年代，法国研制成功液压凿岩机，为凿岩台车提供了新型凿岩机具。目前全液压凿岩台车已在巷道掘进中广泛应用。80 年代中期，随着计算机控制技术的发展，各国相继开始研制计算机控制的全自动化凿岩台车。

中国 50 年代在煤矿和金属矿也曾研制过气动和电动的轻型凿岩台车，但不太完善。70 年代研制成功轨轮式凿岩台车，应用在冶金矿山的平巷掘进。80 年代，研制成双臂全液压凿岩台车，应用于煤矿岩巷掘进。

(楼惠一)

zaoyantaiche zuanbi

凿岩台车钻臂 (boom of drill jumbo) 凿岩台车中支承和推进凿岩机并可自由调节方位的机

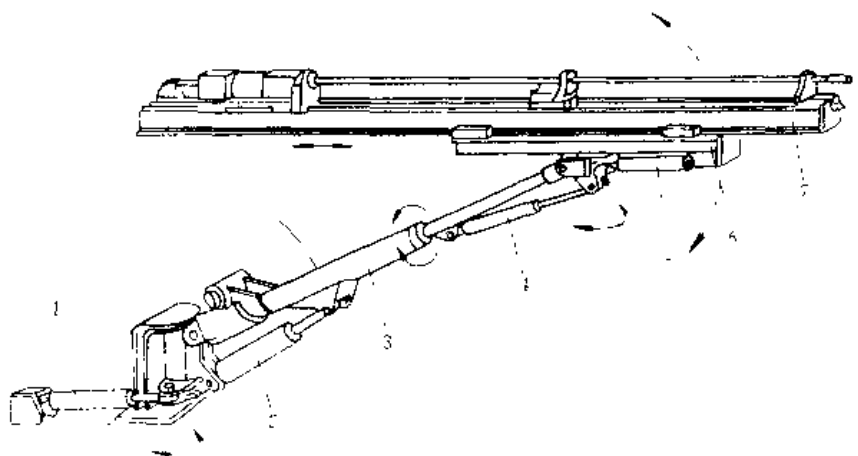


图 1 直角坐标式钻臂

1—摆臂液压缸；2—支臂液压缸；3—臂杆；4—俯仰液压缸；5—摆角液压缸；6—托盘；7—推进器

构。钻臂按传动方式分为机械传动钻臂、压缩空气传动钻臂和液压传动钻臂,广泛采用的为液压传动钻臂。按钻臂的结构特点及运动方式分为直角坐标式钻臂和极坐标式钻臂两种。

直角坐标式钻臂 利用支臂液压缸和摆臂液压缸使钻臂上、下、左、右按直角坐标位移的运动方式确定孔位的钻臂。它由臂杆、推进器、自动平行机构和各个起支撑作用的支承缸等组成(见上页图1)。钻臂上装有翻转机构,推进器在翻转机构的推动下可绕臂杆轴线旋转任意角度。推进器还可通过俯仰液压缸和摆角液压缸灵活调整钻孔角度和位置。直角坐标式钻臂操作程序多,定位时间长,但其结构简单,适合于钻凿各种纵横排列的炮孔。

臂杆 支撑凿岩机及各构件的重量并承受凿岩过程中的各种反力。有定长式和可伸缩式两种。

推进器 能对凿岩机施加推力并能使凿岩机前进

或后退的机构。早期的推进器只能完成前进、停止和后退的操作工序。随着液压技术的发展和完善,推进器已可根据凿岩工况自动完成开孔、正常钻进、防卡钎、自动停机返回等功能。推进器按推进方式可分为螺旋式、链式、液压缸—钢丝绳(或链条)式、可伸缩式等类型。

(1) **螺旋式推进器** 采用风马达或液压马达驱动丝杠旋转,带动装在凿岩机托架下面的螺母作直线往复运动,从而使凿岩机前进、后退。

(2) **链式推进器** 依靠风马达或液压马达,通过减速机构驱动安装在推进器导轨中的传动链运动。传动链与凿岩机托架固定在一起,当传动链正反运动时,便带动托架前后移动。

(3) **液压缸—钢丝绳(或链条)推进器** 利用推进液压缸活塞杆的往复运动带动钢丝绳(或链条)倍增机构,实现凿岩机前进或后退(图2)。

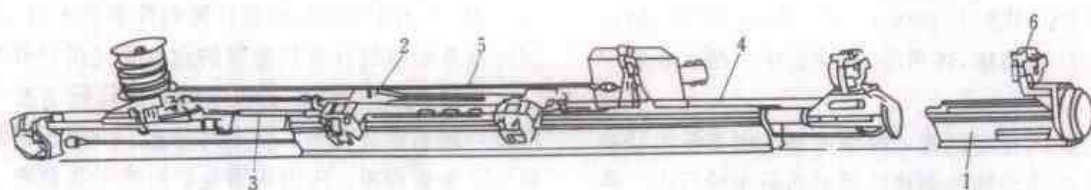


图2 液压缸—钢丝绳推进器

1—导轨; 2—凿岩机托架; 3—推进液压缸; 4—牵引钢丝绳; 5—反回钢丝绳; 6—卡钎器

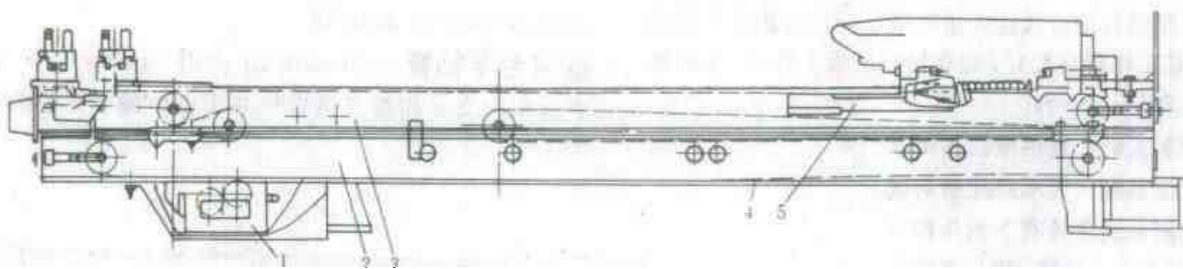


图3 可伸缩式推进器

1—液压马达驱动机构; 2—下导轨; 3—上导轨; 4—传动链; 5—凿岩机托架

(4) **可伸缩式推进器** 为使凿岩台车在较小断面中既能钻凿中深炮孔,又能钻凿顶板锚杆孔,在钻臂上安装可伸缩推进器。该推进器由上下导轨、驱动机构、传动装置等组成(图3)。

钻凿水平孔时,凿岩机在上导轨上向前推进,推进至顶端托钎架时,则上导轨带动凿岩机又在下导轨上向前推进,直至钻凿完孔眼,其推进长度为上下导轨行程总和。钻凿锚杆孔时,将上下导轨缩叠在一起,插上固定销,就成一较短的链式推进器。

自动平行机构 保证钻凿的炮孔相互自动平行的机构。按结构原理分为剪式平行机构、四连杆自动平行机构、液压自动平行机构和电—液自动平行机构四种。前两种结构只能实现上下移动时的平行,后两种型式能实现钻臂在上下移动及左右摆动时推进器自动平行。广泛采用的是液压自动平行机构,其典型方式是通过两只液压缸串联,借助压力油传动运动,实现推进器的近似自动平行。

极坐标式钻臂 利用钻臂后部的回转机构,可使

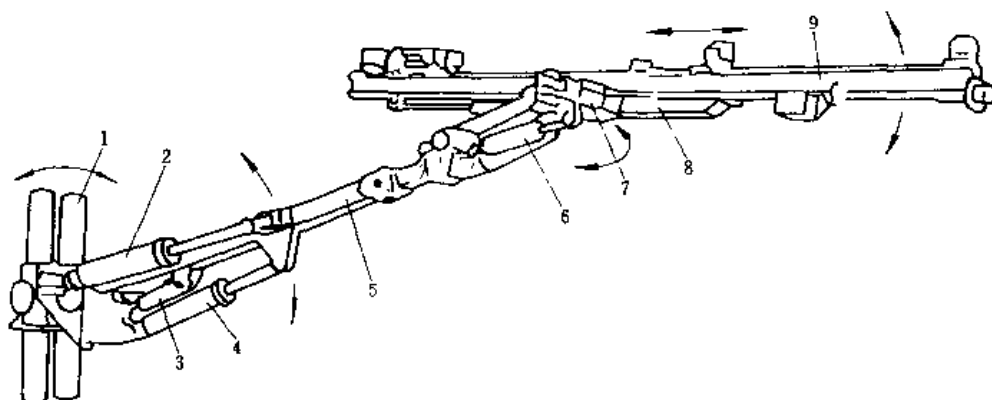


图 4 极坐标式钻臂

1—回转机构；2—摆臂液压缸；3—平行液压缸；4—支臂液压缸；5—臂杆；
6—俯仰液压缸；7—摆角液压缸；8—托盘；9—推进器

整个钻臂绕后部轴线旋转 360°的钻臂。由臂杆、回转机构、推进器、自动平行机构和各个起支撑作用的支撑缸等组成（图 4）。

支臂液压缸调节钻臂夹角，以调节钻臂投影到工作面上的旋转半径。岩孔的位置由旋转半径和钻臂旋转角度来确定。极坐标式钻臂确定孔位操作程序少，定位时间短，便于钻凿周边孔，但对操作程序的要求比较严格，司机操作的熟练程度对定位时间影响较大。

回转机构 是极坐标式钻臂的关键部件。它有齿条齿轮式、液压缸圆盘式、液压马达—蜗轮副等三种。

（1）齿条齿轮式回转机构 液压缸活塞杆末端有一齿条，通过齿条驱动齿轮旋转，齿轮与钻臂旋转轴相连，从而驱动钻臂旋转一周。一般多采用双齿条液压缸机构，使齿轮轴受力均匀，保证动作平稳。

（2）液压缸圆盘式回转机构 利用两个液压缸驱动圆盘的偏心轴旋转，以完成钻臂的旋转动作。

（3）液压马达—蜗轮副回转机构 通过液压马达驱动蜗杆—蜗轮副使蜗轮旋转，蜗轮与臂旋转轴相连，从而带动钻臂旋转。

极坐标式钻臂的臂杆、推进器、自动平行机构等与直角坐标式钻臂基本相同。

（接愚一）

zaosheng ceshi

噪声测试 (noise measurement and test)

在专用试验室或现场，利用仪器仪表对煤矿机电设备机械噪声的物理量度级进行测试的过程。

测试目的 ①评价设备的制造和安装质量。②同类、同规格产品的质量对比。③研究分析产品噪声源的

性质，为改进结构设计、技术参数、加工工艺提供依据。

④判别噪声是否影响工作者的健康，以便采取防护措施。⑤监测设备噪声的变化，判断设备是否运行正常，实行故障诊断，避免重大事故发生。⑥验证设备减噪措施的实际效果。

测试方法 根据不同的测试目的，分现场测试和试验室测试两类。

现场测试 通常是对新产品运转质量的评定和允许噪声值的测试，以及对大型设备运转工况的现场监测。测试噪声的物理量度为声压级，以分贝（dB）表示，常用的仪器为便携式声级计，在规定的部位或离噪声源规定的距离处进行测试。在有背景噪声的情况下，应测试背景噪声值，再测试设备运转时的总噪声值并根据二者差的大小，按规定对总噪声值加以修正。这种测试方法，目前在煤炭工业系统中得到广泛使用。

试验室测试 主要是在特定声场环境下，对设备的重要元部件的噪声源性质进行研究（如电机、液压泵、液压马达、减速机），为改进结构设计、加工工艺等提供依据。测试的噪声物理量度主要是声功率，声功率级是表达各类设备辐射噪声的性能，它和测量距离及环境无关，对研究机械噪声产生的机理和控制都有重要的实际和理论意义。声功率级不能直接测得，在特定条件下，由测得的声压级经过计算得出。试验室测试按声场环境，可分为消声室测试和混响室测试两种。

（1）消声室测试 在只有直达声而反射声极小的自由声场环境的试验室中，对设备元部件的噪声源特性进行测试，测试仪器仪表有：传声器、声级计、滤波器、频率分析仪、声级记录仪、磁带记录仪及计算机等。消声室测试由于室内体积小，易发生声场畸变。

（2）混响室测试 在吸声能力极低、声反射过程

很长的混响声场环境的试验室中,对设备元部件的噪声源特性进行测试。测试仪器仪表和消声室测试相同。为了增加动态扩散,使室内声场均匀,常在室内无规则地悬吊固定式的或旋转式的扩散体等。

发展趋势 通常测试设备声源的声功率要在特定的声场环境中测量声压,并经过繁琐的计算、修正才能确定。随着数字式微机处理技术的发展,实时的直接声强测量得以实现,利用声强测试法,只要将一个笼罩着声源的表面上的声强矢量作积分,便可以在无需特殊声场环境(甚至在有背景噪声条件下),测定声源的声功率,以声强法测试声功率不仅扩大了测试环境的范围,也减少了由于建立特殊声环境所需的费用。

参考书目

杨玉致,《机械噪声测量和控制原理》,轻工业出版社,1984。
(沈金华)

zeng'anxing dianqi shebei

增安型电气设备 (increased safety electrical apparatus) (见安全卷)。

zhaigui daoche

窄轨道岔 (narrow gauge switching turnout) 煤矿地面、井下窄轨铁路机车车辆分叉运行的线路联接设备。根据功能可分为道岔和特殊交叉两大类。

基本结构道岔 一般包含道岔体、扳道器和道岔附件3部分。

道岔体 道岔的基本构件。由转辙件、连接钢轨、

辙叉和护轨组成(见图a)。转辙件是用以引导机车车辆沿着正线或侧线方向行驶的装置,通常采用尖轨转辙,靠尖轨的位置摆动将车轮引向不同方向的轨道。辙叉是车轮由一条钢轨越过另条钢轨的过渡设施,位于道岔两条钢轨交叉处。护轨安装在与辙叉相对应的基本轨上,以确保车轮顺利通过辙叉,防止车轮出轨掉道。

道岔体 一般按使用要求可分为单开道岔、对称道岔和组合道岔3类。

(1) **单开道岔** 在一条正线线路上向旁侧分出另一条线路的道岔,顺正线运行方向向右分出为右侧式,向左分出为左侧式。

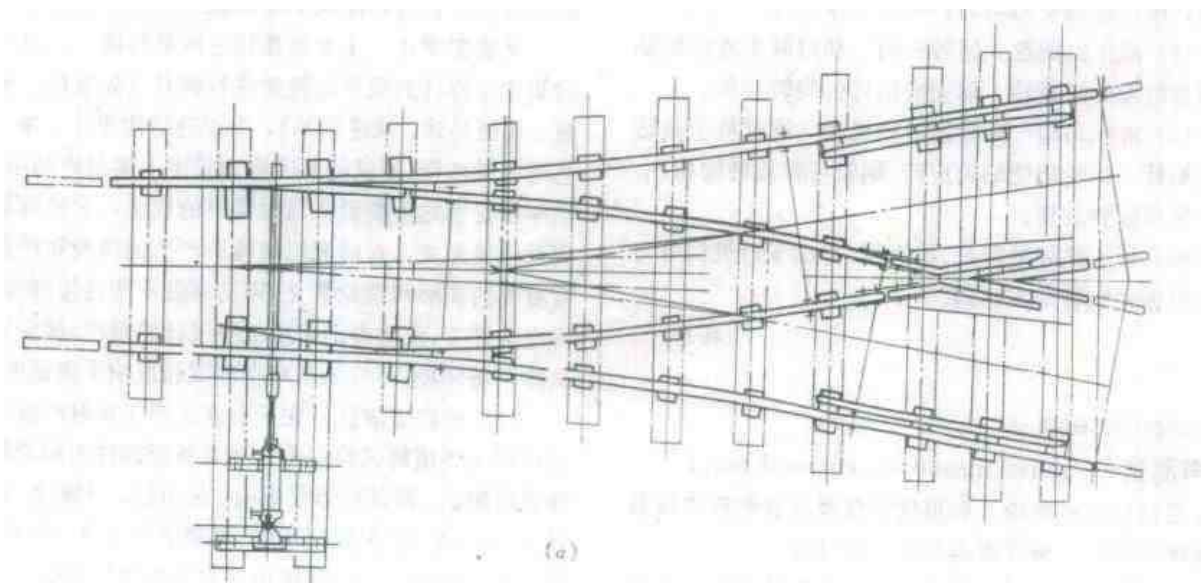
(2) **对称道岔** 在一条正线线路上向左右两侧对称分出两条线路的道岔,而原有线路不再向前延伸。

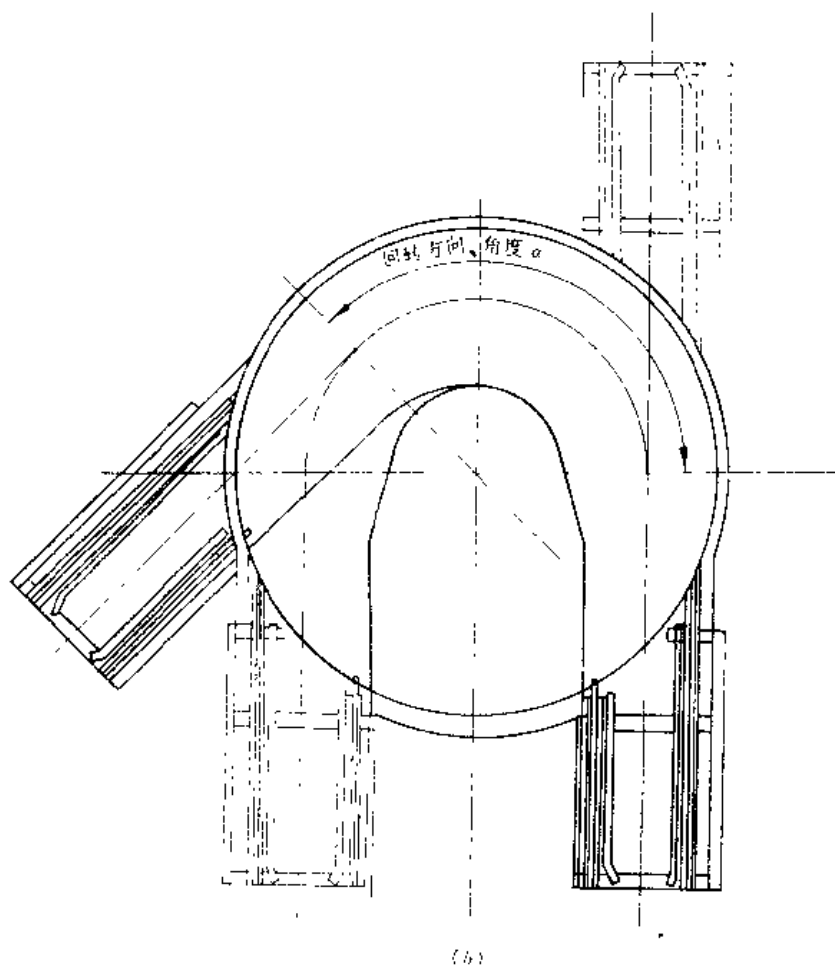
(3) **组合道岔** 两个以上单开道岔、对称道岔可组合成渡线道岔、交叉渡线道岔、对称组合道岔等等,以满足机车车辆在多条线路之间的交叉运行。

扳道器 道岔转辙件尖轨摆动的操作机构,用以控制车辆的运行方式或列车解体分车。其操作方式有手动、弹簧、车轮挤压、电动、气(液)动和电液推动等多种形式。

道岔附件 指道岔基础安装及与前、后线路轨道相联接的附件。通常包括①道岔用轨枕;②岔轨固定用道钉、垫板或螺栓、压板;③与前、后轨连接的鱼尾板、鱼尾螺栓;④与扳道器连接的拉杆。

特殊交叉 适应单一固定方向运输的线路联接设备,用于控制车辆运行。有固定交叉、四轨套线和三轨套线。





(b)

道岔

a—道岔；b—电动转盘

固定交叉 两条轨道在同一平面上相互交叉的固定设施。车辆由一条线路通过交叉或拐弯定向向另一线路上运行。可直接通过，如菱形交叉；也可旋转通过，如轨道转盘和电动转盘。

(1) **轨道转盘** 由带直角交叉轨的转盘及转动轴承支撑两部分构成，将矿车推上转盘后，由人工转动 90° ，再将矿车推至另一条线路运行。这种转盘结构简单，占地面积小，常用在厂房内或场地狭窄处的简易线路上。

(2) **电动转盘** 其结构基本与轨道转盘类似，只是由电动机驱动转盘，在 $0\sim 180^\circ$ 范围内按需要设置固定的进出线路。可代替自动滑行的转弯弯道，节省场地（见图b）。

四轨套线 两条线路在某一区段内将4根轨道双双靠在一起。如两条线路共用一个装载点工作，仅在轨道交叉处铺设辙叉，不设转辙件和扳道器。两条线路各自运行，不能互相通行，其形状类似对称道岔。

三轨套线 两种轨距线路相交，在相交联接段内，一根轨道可共用，另一根轨道按轨距需要分别铺设，其形状类似单开道岔。

(王荣相)

zhaoming bianyaqi zonghebaohu zhuangzhi
照明变压器综合保护装置 (lighting transformer synthetic protection) 简称照明变压器装置。具有变压、控制和保护功能，为煤矿井下照明灯具供电的小型成套电气设备。中国主要作为127V固定式照明灯具的电源装置，集变压器、高、低压控制开关及综合保护单元于一体的小型移动变电站。

性能 根据变压器容量的大小，中国生产的照明变压器综合保护装置分为2.5kVA和4kVA两种。为了适应低压电网不同电压的要求，每种照明变压器装置又分为两个规格，各种规格产品都具有防爆功能，通断电路和保护电路功能。其主要技术参数见下页表。



照明变压器装置主要技术参数表

额定容量(kVA)	2.5	2.5	4	4
原边额定电压(V)	660/380	1140/660	660/380	1140/660
副边额定电压(V)	133			
短路保护动作时间(s)	≤ 0.15			
漏电保护动作时间(s)	≤ 0.25			
漏电保护动作电阻(kΩ)	1~3			

基本结构 照明变压器装置为矿用隔爆型,其结构主要由隔爆外壳、干式变压器和控制保护电路三部分组成。隔爆外壳有接线箱和主腔两个腔体,主腔前半部安装控制保护电路元件,后半部安装干式变压器,干式变压器为三相空气自冷式,副边额定电压 133V。原边可更换接线方式,以适应 380V、660V、1140V 等不同电网电压的要求。控制保护电路由隔离开关、熔断器、交流接触器、控制变压器和综合保护器等元件组成。

工作原理 照明变压器综合保护装置接入三相电源,闭合隔离开关,按下送电按钮,接触器闭合,照明灯具燃亮;按下停电按钮,接触器断开灯灭。照明变压器装置的熔断器起短路保护作用。漏电保护装置对照明线路的对地绝缘状态进行监视,当线路对地绝缘电阻低于整定值时,漏电保护装置对未送电的线路实施闭锁,使其无法送电(称漏电闭锁),或对已送电的线路实施跳闸,切断线路电源(称漏电保护)。电子式短路保护在照明线路出现短路故障时先行动作,熔断器只起后备保护作用,保护动作后有对应的灯光显示。

(凌锦昌)

zhengkongkaiguan de caozuoguodianya

真空开关的操作过电压 (overvoltage of vacuum switch)

因真空开关的操作(合闸或分闸)引起电力系统的一种电磁扰动现象,导致出现超过正常工作电压的异常电压升高。它是一种电力系统的内过电压。电工设备的绝缘除长期承受着工作电压(额定电压)外,还必须能够承受一定幅度的过电压,才能保证电力系统安全可靠地运行。

煤矿井下电力系统的操作过电压确实存在,特别是真空开关大量应用于煤矿井下之后,因真空开关自身的特点,其操作过电压幅度较大而且频繁发生,使研

究与抑制真空开关的操作过电压更显得重要。

分类 按其形成机制可以分为截流过电压、截流重燃过电压、多次重燃过电压、三相同期开断过电压和预击穿过电压等。

截流过电压 当真空开关分断电流时,在电流过零前的某一值,突然以很大的速率衰减到零,分断电路。电流这种突然衰减到零的过程称为截流。电流开始下降的值称为截流值。由于回路电流迅速变化, di/dt (电流变化率) 很大,在感性负载两端产生很高的过电压,称为截流过电压,其峰值为:

$$U_m = KI_0 Z_0 = KI_0 \sqrt{L/C}$$

式中 K 为考虑衰减和损耗的系数 $K=0.4\sim 0.8$; I_0 为截流值,取决于触头的材质,结构与工艺,真空断路器的 $I_0=2\sim 10A$,真空接触器的 $I_0=0.5\sim 5A$; Z_0 为负载波阻抗; L 为负载的电感; C 为负载的分布电容。

截流过电压是个衰减的振荡波,如图 1 所示。负载的固有(自然)振荡频率 $f_0 = \sqrt{1/LC}$,从数百到数万赫兹(Hz),最高不超过 $5 \times 10^4 Hz$ 。

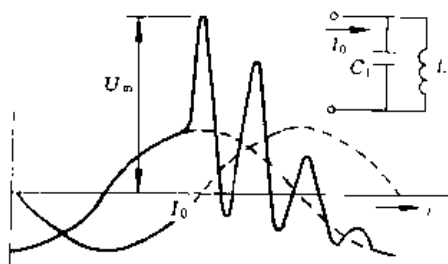


图 1 截流过电压

截流重燃过电压 真空开关在开断接近截流水平的负载电流时,由于触头刚打开就产生截流,而触头间的介质恢复程度还不足以承受截流过电压,因此在触头间将出现电弧熄灭后再点燃的现象—重燃。重燃时出现高频电流,而真空开关具有截断高频电流的能力,因而再次截流,接着在触头两端又出现截流过电压,虽然触头间隙增大一点但介质强度仍不能承受此电压,触头之间再次发生重燃。这个过程可能重复若干次,直到正在打开的触头之间介质强度增大到大于恢复电压为止,这种多次重燃称为截流重燃过电压,又称为电流型重燃过电压。其波形见下页图 2,属于衰减型振荡波,由二种频率进行混合振荡;一是基于截流过电压的中频振荡;另一是高频振荡。

多次重燃过电压 当真空开关在触头间电流过零时或过零前瞬间(0.5ms 之内)断开且未发生截流时,触头间恢复电压接近于最大值(系统电压峰值),而触



头间介质恢复强度又跟不上时,则触头间隙被击穿,电弧重燃。这时流过由电源引起的工频电流和由负载与网络分布参数组成的振荡回路引起的高频电流,在合成电流为零时,被真空开关触头分断—击穿—再分断的过程重复出现,形成因电弧重燃而引起的电压速升,这就是多次重燃过电压,其波形见图3。多次重燃过电压的频率可达数十千赫到数兆赫。这种高频过电压的峰值即使不大,但波前极陡,在电动机或变压器绕组上的分布极不均匀,有可能击穿绕组的首匝绝缘。研究表明,如果过电压流形的前沿小于 $1\mu\text{s}$,就有这种可能。产生多次重燃过电压的概率比较小。

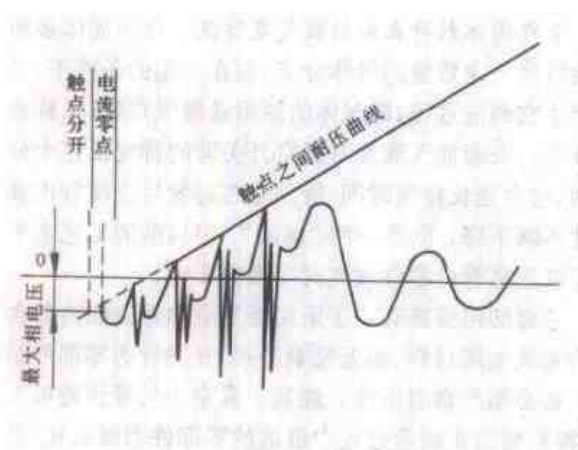


图2 截流重燃过电压

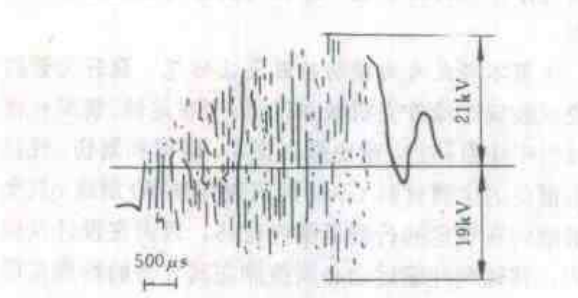


图3 多次重燃过电压

三相同期开断过电压 当首先开断相在工频过零前发生截流,产生高频电流通过电缆间的相间电容和互感耦合到另外两相回路中,而又恰巧是高频电流的过零点,从而形成三相电流同时截断过零,出现三相同期开断过电压,即所谓“虚截流”过电压。它的峰值和频率都较高,但出现的概率极低。

预击穿过电压 在真空开关合闸过程中,当触头接近到某一距离,其间介质强度低于触头间的电压时,便产生电弧击穿通过系统电容的充电冲击电流,在触头完全闭合前,这个电流会被多次断开,从而形成预击

穿过电压。它由3种振荡组成:一是决定于系统参数的高频振荡,可达 1MC ;二是决定于局部网络的中频振荡,约 $1\sim 10\text{KC}$;三是工频振荡。预击穿过电压系数不高,但波前极陡,而且每次合闸基本上都会发生,对电动机和变压器绕组的危害很大。

过电压特征、测量与抑制措施

操作过电压主要特征及影响因素 过电压是以其幅值(瞬态峰值) U_m 除以系统相电压峰值 $\sqrt{2}U$ 所得倍数($U_m/\sqrt{2}U$)来表示其大小的。同时其波形(频率和前沿陡度)也是它的主要特征。过电压的能量来自系统本身,它的大小与波形与系统参数(包括设备布置的电缆长度、截面)、真空开关的结构性能(主要触头材料、结构、工艺)、操作方式、中性点接地方式等一系列因素有关。

测量 操作过电压受到很多随机因素的影响,很难给出精确的数学模型,但可针对供电系统的具体条件,通过计算、模拟及现场实测等多种途径取得数据,用概率统计方法进行过电压预测。

真空开关操作过电压的测量仪器常用的有机械扫描示波器,记忆示波器,瞬态峰值仪,瞬态测试仪等,最新的测试仪器都带有微机可直接进行数据处理。测量过电压的电容或电阻分压器和信号传输线对提高测量精度影响很大,必须充分重视。

操作过电压抑制措施 电工设备的绝缘必须承受

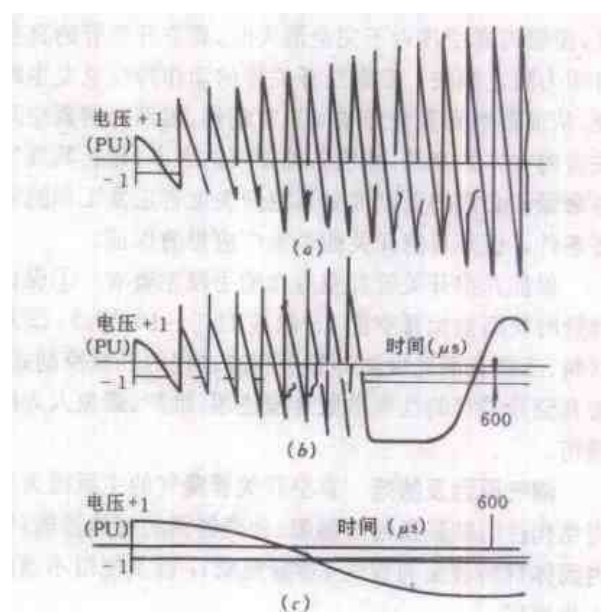


图4 操作过电压的抑制

a—无抑制器时的操作过电压;
b—带浪涌放电器;c—带浪涌电容器

一定幅度的操作过电压,除了加强本身绝缘外,主要通过抑制操作过电压的保护装置来降低过电压幅值和减缓波前陡度。煤矿井下常用的过电压抑制器有浪涌放电器(压敏电阻器,可带火花间隙或不带火花间隙)和浪涌电容器(阻容吸收器)。氧化锌(ZnO)压敏电阻器一般用于线路保护。浪涌电容器一般用于负载保护,由于电容器会增大系统接地电流并引起严重的预击穿过电压,所以要慎用。上页图4为操作过电压的抑制效果。

参考书目

张伟敏,高玉明,《电力系统过电压与绝缘配合》清华大学出版社,1988。

(忻贤同)

zhenkong kaiguanguan dezhenkong
shouming

真空开关管的真空寿命 (vacuum life of vacuum switch tube) 维持真空开关管内真空度不超过其满足灭弧要求的最大允许压强(约为 10^{-1}Pa)的时间(年)。一般应保证在20年以上。

一个封管后的真空开关管,其内部的气体压强受许多因素的影响会随时间缓慢上升(真空度下降)。当真空开关管因缓慢漏气使真空度下降到 10^{-1}Pa 以下时,其绝缘及灭弧能力已丧失,即真空寿命已终结,应立即更换。如继续漏气或因受机械性损坏引起快速漏气,使管内真空度近于完全消失时,真空开关管的真空自闭力随之消失,使真空开关管的动作特性也发生畸变,从而影响到真空开关的正常动作,因而抑制真空开关管内气体的来源,减慢各种漏气的速率,延长其真空寿命保证必需的真空度是真空开关能否正常工作的首要条件,也是真空开关能否推广应用的保证。

保证真空开关管真空寿命的手段主要有:①保证封管时较高初始真空度(一般在 $10^{-5}\sim 10^{-6}\text{Pa}$);②对材料、工艺及漏孔检测等整个制造过程的严格控制;③按真空开关管的性能参数合理使用、维护、避免人为的损伤。

漏气原因及防范 真空开关管漏气的主原因为外壳结构件的缺陷及封焊漏隙;外壳器壁的气体渗透;管内固体材料表面的放气(虚漏现象),以及使用不当或人为损伤。

外壳结构件的缺陷、封焊漏隙及防范 这是一种实际存在的漏气通道,一般发生在金属焊缝处;绝缘外壳与金属封接口处;绝缘外壳的细小裂缝;波纹管疲劳或机械性操作引起的缝隙,其造成的漏气现象称为“实漏”。

相应的防范措施有:①严格焊接工艺,及时消除焊接应力和严格漏孔检测;②严格封接前后的表面去污、退火等工艺;③注意绝缘外壳内应力的消除和安装;④控制波纹管的工作行程,防止超工作行程的疲劳和机械性损伤。

外壳器壁的气体渗透及防范 气体渗透是指气体分子从外壳外侧穿过器壁到达内侧的物理过程,同样会使管内真空度下降,其结果相当于漏气,一般称为“虚漏”。

防范措施 选用致密性好、渗透率低,并具有一定厚度的外壳器壁材料。如绝缘外壳应选用致密陶瓷或微晶玻璃。

管内固体材料表面的放气及防范 任何固体表面都会吸附一定数量的气体分子,而在一定的条件下,又会产生它的逆过程,即气体的脱附或解吸现象,又称表面放气。表面放气现象对真空开关管的排气工艺十分不利,它会延长排气时间,特别是在封管后会使管内真空度不断下降,也是一种“虚漏”。但目前的工艺水平已可以忽略管内零件放气对空度的影响。

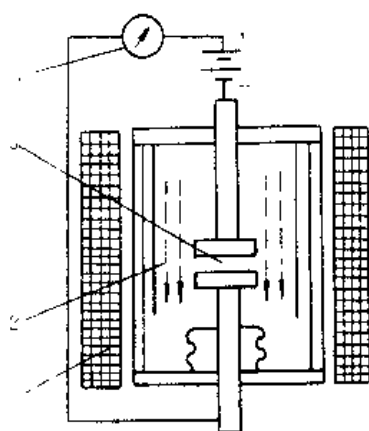
主要防范措施有:①采用经真空冶炼去除内部含气的无氧金属材料、如无氧铜等;②开关管的零部件组装之前必须严格的清洗、烧氢、真空去气等预处理工艺,特别要防止制造过程中造成的零部件表面氧化;③采取高温烧烤真空排气工艺和高压老练排气工艺;④采用整体排气封口工艺;⑤在开关管内放置适量的吸气剂。

使用不当或人为损伤的漏气及防范 真空开关管的陶瓷或玻璃绝缘外壳机械强度低,应在运输、装配和使用过程中注意防护,避免强烈振动、碰撞和划伤。波纹管由很薄的金属材料(不锈钢或铍青铜等)制成,只允许沿轴向在规定的行程范围内位移,因而在设计及使用中,其轴向伸缩运动必须控制在其允许的行程范围内,且在装配、调整和使用过程中绝不允许承受扭力,否则极易损伤。

真空度检测 可分定量检测和定性检测两种。

定量检测 真空开关管在封管后采用磁控真空计来定量测定其真空度。它是采用磁控法原理;在真空开关管动、静触头间施加一定电压,并在该电压产生电场的垂直方向施加一定的磁场,则流过开关管中的电流与管内的气压近似成正比。根据用样管测量并绘出的真空度—放电电流关系曲线,对用同样的方式测量出任一只真空开关管的放电电流值,再依据此曲线求得其真空度。磁控真空计测量装置原理见下页图。

磁控真空计比较复杂,携带不便,一般只适合于真空开关管及真空开关制造厂控制产品质量之用。



磁控真空计测量装置原理图

1—线圈；2—磁场；3—电场；4—电流表

定性测量 对于使用真空开关的用户往往只要有一个定性的判断就足够了，因而可以采用简便检测方法：工频耐压法或高频火花检漏法。

工频耐压法：把真空开关管的动、静触头拉开至正常开距值后，施加制造厂家给定的工频检验耐压值进行考核，一般试验3次左右、以最终不再击穿即可判为合格。真空开关电器在出厂、定期大、中修或在放置一段较长时间重新投入使用时，都应作此项检查试验。

高频火花检漏法：用高频火花枪对玻壳真空开关管进行检漏，当其真空度处在 $10^{-1}\text{Pa} \sim 10^3\text{Pa}$ 范围内时，管内残余气体会因高频放电而出现辉光，并随管内气体压强的变化而呈现不同颜色的辉光，证明其尚有足够的真空灭弧能力。这种方法的灵敏度虽较差，但对具有一定经验的操作人员颇有实用价值，且方便、直观。

真空寿命的保证 开关管在出厂前，通常要在规定的间隔时间内测量管内气体压强的变化，通过计算将真空寿命低于规定值的开关管筛选淘汰。

任何真空开关管都不可能做到绝对不漏气，问题是如何将其漏气速率控制在一定的范围内。只要在规定的使用期与存放期内，管内的真空度能维持在可以进行正常工作的范围内即可。为安全起见，还应定期对使用中或静置的真空开关管采用工频耐压法进行真空度的定性检测，确保其正常的真空灭弧性能。

(李国哲)

zhendong shiyan

振动试验 (vibration test) 在专用试验设备

上，根据规定的振幅值（位移或加速度）及频率变化规律对试件所进行的试验。其目的是确定元件、设备和其它产品承受振动的能力以及评价其结构的完好性。

分类 可分为定频试验法及扫频试验法两种。

定频试验法 将振动频率固定在某一个频率上进行振动试验。该频率通常是某个已知的危险频率（也可由频率响应检查获得），或由有关标准确定的某个频率。定频法适用于使用范围受到限制的产品，如安装于车辆或飞机上的产品，它们的振动频率是已知或可以预测的。为了研究某个频率上可能出现的疲劳影响，也常采用定频法。

扫频试验法 在某一个频率范围内进行连续扫描，频率是随时间按指数规律变化。通常产品在使用及运输中的振动环境并非已知，因此常采用扫频法来考核。

使用设备 振动试验台由振动台、振动源及控制柜3部份组成。试件用夹具固定在振动台面上，进行条件试验时所产生振动的基本运动为时间的正弦函数。试件各固定点应基本上同相沿平行直线运动。振动台面与台座相连接，台面可作 90° 的转动，以便进行三个轴向的振动试验。振动源分电动和液动两种，用作驱动振动台。控制柜调节振动的时间、振幅、频率和加速度等，选择定频振动或扫频振动试验方式以满足规定的要求。

试验方法 试验前应对严酷等级，初始测试、试件安置状态、初始振动响应、中间测试和最后检测等作出具体规定。严酷等级由频率范围、振幅值及持续时间3个参数组合确定。初始振动响应检查在整个试验频率范围内用扫频循环来进行，检查试件在扫频期间是否出现机械共振、颤振或其他导致试件故障的危险频率。

(王均泰)

zhendong xinhao pinpufenxi jishu

振动信号频谱分析技术 (technology of analyzing vibration signal in frequency spectrum)

利用频谱分析仪器对由检测仪器测得的机器振动信号实行从时域到频域的转换，并对获得的各种频谱图进行分析处理的一门综合技术。它的一个重要应用领域为机械故障诊断，适合于旋转机械的传动轴、轴承以及齿轮箱运行状态的精密诊断。

工作机理 伴随机器运转所产生的振动信号是一个复合周期的时域信号，它由许多单周期信号组成，它不能清晰地展示振动信号中的各个频率成份和频率分布范围。通过对时域信号进行傅里叶变换，将其转换成



频域信号,在频谱图上就可得到振动信号中各个频率的离散谱线,它与机器内各零部件的特征频率相对应,而各个频率的幅值与能量(功率)则与相对应的零部件的固有特性和运行状态有关。当旋转机械的传动轴、轴承以及齿轮等发生疲劳磨损、裂纹等损伤时,在频谱图上与损伤零部件特征频率对应的某一频段将会产生很大的变化,其幅值和能量(功率)将比正常的变化要剧烈得多,这就为频谱分析在设备故障诊断领域中的应用提供了依据。

工作步骤 分信号检测、特征提取(又称信号处理)、状态识别和诊断决策等4个步骤。这是设备故障诊断实施的一个循环,一个复杂的故障不是通过一个循环就能正确找到症结的,往往需要多次的诊断。

信号检测 振动信号是设备运行状态及故障信息的载体,能否真实、充分地检测到足够数量能客观地反映设备运行状态的振动信号,是诊断能否成功的关键。信号检测包括传感器的选择,测点位置、数量和方向的确定,检测系统的组成以及采用合适的采样记录方式。根据测定频带不同,可选用位移、速度或加速度传感器。低频常用位移或速度传感器;中频常用速度传感器;高频则采用加速度传感器。控制系统由传感器和二次仪表两部分组成,传感器将待测设备的状态转换成与之相对应的状态信号,二次仪表将状态信号进一步放大并转换成利于分析、诊断的信号形式。为了准确地从设备的振动信号中提取故障信息,必须采用不同的采样方式。常用的数据采样方式有一次采样、定时采样、转速跟踪采样、峰值采样和利用信号本身的特性进行采样5种。信号的记录和存贮一般采用磁带记录仪。

特征提取(信号处理) 排除或削弱干扰信号,保留或增强有用信号,转化故障特征信息,是提高诊断灵敏度和可靠性的主要措施。在故障诊断领域,设备的振动信号从统计观点出发,在频率域求取自功率谱密度函数、互谱密度函数、相干函数等。信号处理可以在专用的频谱分析仪上实现,也可以自编软件,在通用计算机上实现。机器振动信号(包含故障特征信息)通过信息处理,去掉冗余信息,提取故障特征后形成的各种频谱图,即为待检模式。

状态识别 对待检模式进行分析处理,以判断被测设备的故障有无、故障的性质、部位、程度及其原因。在故障精密诊断中常用的判断标准有相对判断标准和类比判断标准两种。相对判断标准适用于只有一台相同规格设备的场合。它是在设备的同一部位定期地检测振动信号,并按时间先后比较它们的各种频谱图,以作出判断结论。类比判断标准适用于具有多台在相同

条件下运行的同样规格设备的场合。它是通过对各台设备的同一部位检测振动信号,并相互比较它们的各种频谱图,以判断哪台设备存在异常。

诊断决策 根据判别结果,对被测设备进行必要的预测及干预。预测就是根据被诊断出来的故障,估计设备在不采取任何措施的情况下能连续进行的时间。干预指的是对故障设备采取各种处理措施,其中包括加强监视、临时护理、大修及报废等。

(刘邦雷)

zhengliu biandiansuo

整流变电所 (rectification substation) 向电机车供电的井下整流、配电中心。井下每一生产水平一般设一个整流变电所,当采区上山有运输材料的小蓄电池电机车时,可在采区上部另设一个供小电机车充电的整流变电所。

设备组成 整流变电所的设备有整流变压器、照明变压器、高低压开关柜、整流柜或充电设备、检漏继电器、照明灯具等。当整流变电所与井下主变电所联合时,照明变压器、检漏继电器等和井下主变电所共用。整流变电所设在井底车场时,选用设备的型式和井下主变电所的设备型式相同。蓄电池电机车的整流变电所一般设在运输大巷的采区上,下山附近,此时,设备均须采用防爆型。

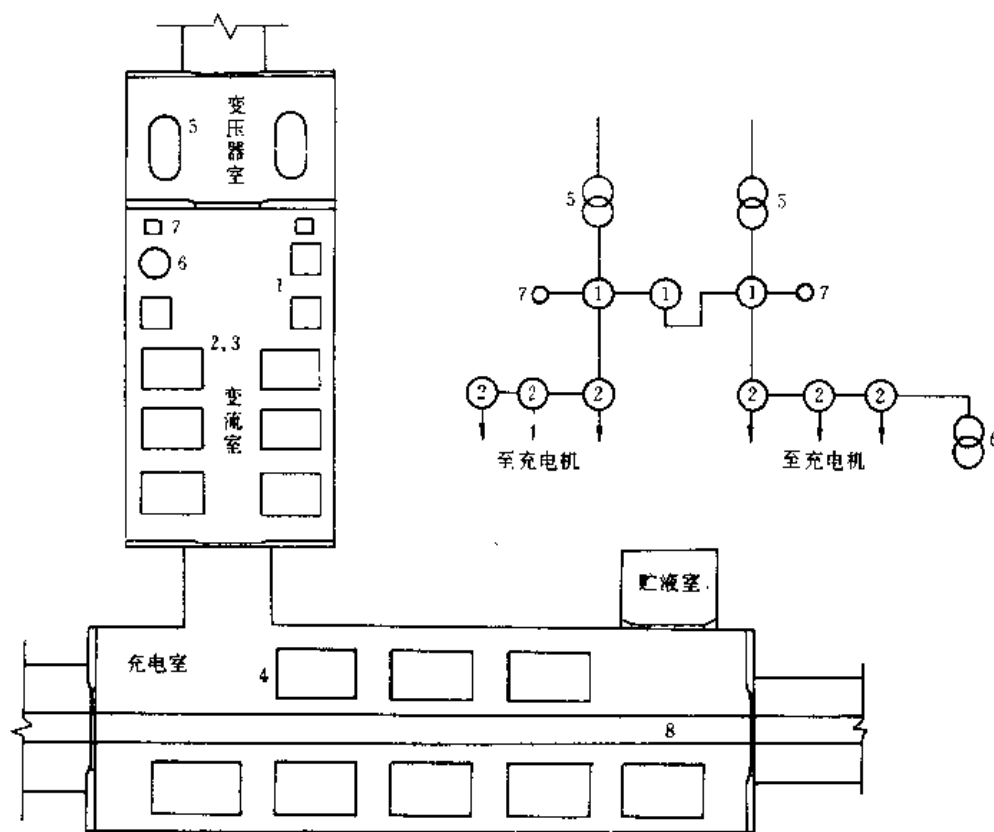
电源路径 整流变电所的电源电缆通常设两回路,由井下主变电所引入,当变电所设在采区附近时,电源电缆也可由采区变电所引入。

接线系统 高压电源进线一般不设进线断路器,直接接至整流变压器。变压器低压侧设出线开关,以电缆接至整流柜(或各防爆馈电开关),低压线采用单母线分段系统,母线间设联络开关,正常时分列运行。

硐室构造 整流变电所设在井底车场时,硐室构造的要求与井下主变电所相同(见井下主变电所)。变电所设在采区附近时,硐室构造与采区变电所相同(见采区变电所)。

设备布置 设备布置的要点也和井下主变电所及采区变电所相同。架线式电机车的整流变电所大多和井下变电所联合,单独设置时其布置也和井下主变电所类似。

蓄电池电机车的整流变电所,除变压器室、整流设备室外,还有充电室、贮液室。充电室两侧布置充电台,中间铺设轨道以便电机车进出,顶部设起重装置以便搬运蓄电池箱至充电台上。设备布置如下页图所示。



蓄电池机车整流变电所系统及设备布置示例图

1—馈电开关；2—电磁起动器；3—充电机；4—充电台；5—整流变压器；
6—照明变压器；7—检漏继电器

(郝继棠)

zhichengshi zhijia

支撑式支架 (standing support) 立柱支撑在顶梁上, 没有掩护梁的液压支架, 适应于缓倾斜、顶板稳定的薄与中厚煤层。

简史 1947年英国开始研制, 1954年装备了世界上第一个支撑式液压支架试验工作面。50年代末至60年代初, 主要产煤国大量发展和使用这类支架。到70年代中期由于掩护式和支撑掩护式液压支架的发展, 这种支架使用数量逐渐减少。中国于60年代开始研制支撑式液压支架, 到70年代中期已装备50余个工作面并投产使用, 由于它比掩护式和支撑掩护式支架抗水平推力的能力差、对顶板和冒落矸石密封不好、稳定性差以及仅适应倾角小的煤层等缺点, 在80年代末期基本上被淘汰。

分类 按结构分类有垛式和节式两种。

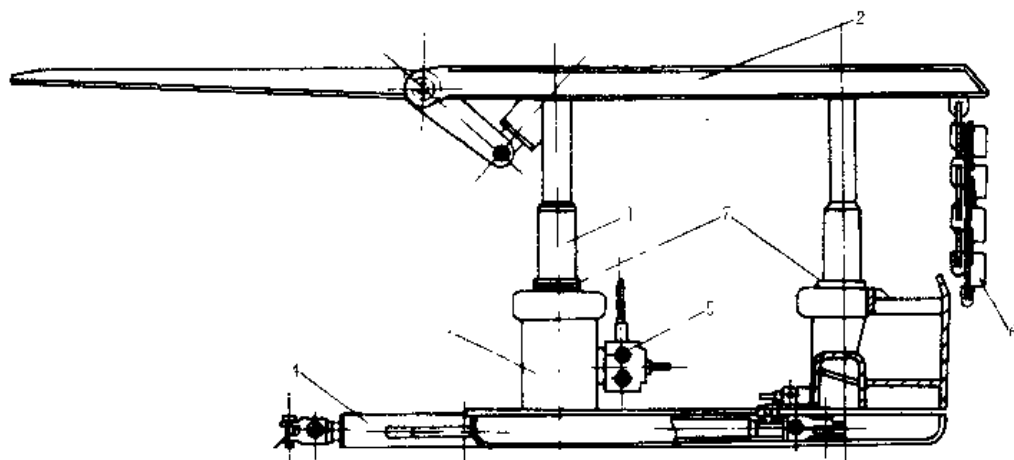
垛式支架 底座为箱式, 内装复位机构, 整体前移的支撑式支架。这类支架一般有两排或三排立柱, 每排立柱有两根, 前排个别的只有一根。大多数在主底座上

布置四根立柱, 构成一稳定的支撑垛 (见下页上图)。

复位机构设置在底座箱中, 通过橡胶或弹簧钢片 (个别的通过复位千斤顶) 扶定立柱缸体, 同时允许缸体轴向微量串动的机构。当顶梁受到水平推力时, 立柱出现倾斜, 复位机构在立柱倾斜力作用下发生变形, 使得立柱对顶板的水平推力有一定抵抗能力。当降架后, 立柱随着橡胶或弹簧 (或复位千斤顶) 作用而正位, 保证立柱在升架时能以正常状态撑紧顶板。支架前移由推移千斤顶实现。

垛式支架支撑效率高、切顶力强、对底板比压均匀、适应于坚硬顶板的煤层, 但在顶板破碎时冒顶事故多, 立柱损坏率高。

节式支架 由两个以上机械连接的架节构成, 并通过架节间互相交替移动实现前移的支撑式支架。架节指相对独立, 彼此结构相似, 包括顶梁、立柱及下部连接的机构, 为节式支架的组成单元。架节分主架和副架, 由千斤顶和导向机构连接。主、副架互为支点依次前移, 先行走的为主架, 后行走的为副架。支架动作过



梁式液压支架简图

1—立柱；2—顶梁；3—箱式底座；4—推移装置；5—液压系统；6—挡矸部件；7—复位机构

程为：副架仍然支撑顶板，主架降架，利用移架千斤顶以副架为支点通过导向机构导向将主架前移一个步距；然后，主架支撑顶板，副架降架，以主架为支点沿导向的方向将副架移进一个步距再支撑顶板，从而完成一个工作循环。

该类支架的复位机构设于立柱与连接机构接合部位，一般由直的或弯曲的弹簧钢板与紧固件构成。当顶梁受到水平推力时立柱倾斜，迫使复位弹簧变形。支架卸载后，在复位弹簧的作用下，立柱和顶梁复位，保证在下次升架时以正常的状态支撑顶板。

节式支架重量轻，安装拆卸方便，适应顶底板不平的能力强。但当顶板破碎时冒顶事故多，易失去支点造成移架困难和发生倒架，对软底板适应性差。

(张惠民)

zhicheng yanhushi zhijia

支撑掩护式支架 (chock-shield support)

具有顶梁和掩护梁，有两排（少数有三排）立柱的液压支架。它是在支撑式和掩护式两种架型的基础上发展起来的，兼有这两种架型的主要技术特征。适用于直接顶中等稳定、稳定和坚硬，周期压力强烈，底板软硬均可，煤层倾角一般不大于 25° ，煤层厚度 $1 \sim 4.5\text{m}$ ，沼气涌出量适中的采煤工作面。

基本结构 支撑掩护式液压支架由顶梁、掩护梁、底座、稳定机构、立柱、各种千斤顶、侧护板装置、推移装置和液压控制系统等主要部分组成。大多数支撑掩护式液压支架采用四连杆机构。当煤层倾角大于 15° 时要增设防倒装置和防滑装置，当采高大于 2.5m 时一般要加护帮装置。

分类 根据支架的结构特点支撑掩护式液压支架可分为支顶支撑掩护式和支顶支掩护支撑掩护式两种。

支顶支撑掩护式支架 两排立柱都支撑顶梁的支撑掩护式液压支架（见下页图 1）。

这种支架的类型较多，按其立柱布置及架体结构型式不同可分为一般型、V 型、X 型、单摆杆型和短尾型等（见下页图 2）。①一般型支架：前排立柱向前倾斜，后排立柱近于直立的支架。支撑效率高，调高范围较小，适用面广，是使用最普遍的支撑掩护式支架。②V 型支架：前排立柱向前倾斜，后排立柱向后倾斜，呈 V 型布置的支架。立柱倾斜较大，倾角相同，增大了支架调高范围，增强了适应煤层厚度变化和对顶板载荷的适应能力，但前、后排立柱在底座上的距离减小，影响行人和运送物料。③X 型支架：前排立柱向后倾斜，后排立柱向前倾斜，呈 X 形交叉布置的支架。倾斜度大，支架调高范围增加得多，顶梁和底座较短，但总体结构复杂，使用数量不多。V 型和 X 型支架适用于厚度变化较大的薄及中厚煤层。④单摆杆型支架：顶梁与掩护梁为一体，掩护梁较短，与底座之间用一个摆杆连接的支架。支架升降时顶梁端部的运动轨迹为圆弧形，较四连杆机构运动轨迹的水平位移量大，使端面距变化增加。这种支架的总体结构简单，重量轻，但调高范围小，适用于煤层厚度变化小的中厚煤层采煤工作面。⑤短尾型支架：掩护梁陡立，较短，与顶梁连接的销轴进入顶梁后部，使掩护梁的上方受到顶梁后部保护的支架。采用四连杆稳定机构，前连杆为单件，深入到后排立柱中间，后连杆靠近后排立柱，前、后连杆都较短，使掩护梁陡立，向采空区伸出较少，减轻了冒落矸石的冲砸力。顶梁活动侧护板多为铰接摆动式。短

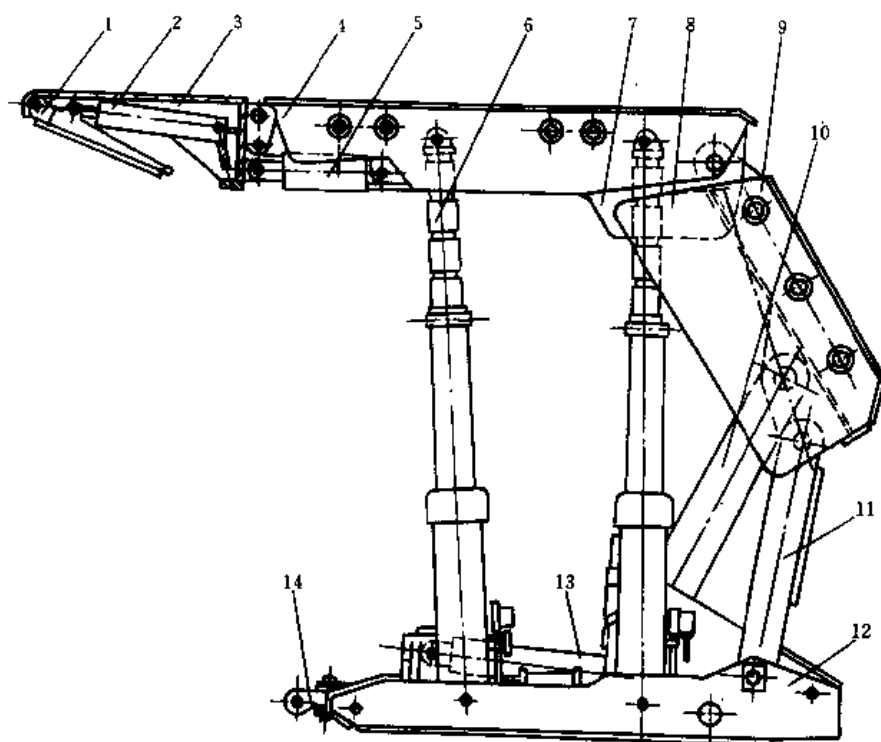


图 1 支顶支撑掩护式液压支架

- 1—护帮板；2—护帮千斤顶；3—前梁；4—顶梁；5—前梁千斤顶；6—立柱；
7—顶梁侧护板；8—掩护梁侧护板；9—掩护梁；10—前连杆；
11—后连杆；12—底座；13—推移千斤顶；14—推杆

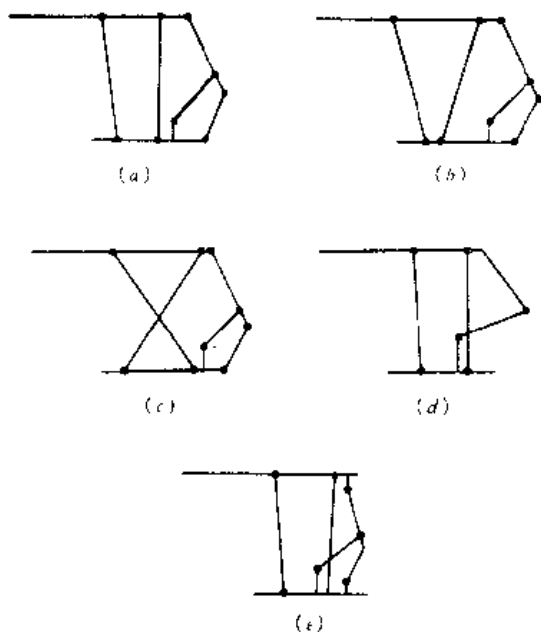


图 2 外形结构单线示意图
a—一般型；b—V型；c—X型；
d—单摆杆型；e—短尾型

尾式支架的工作阻力和重量都较大，适用于顶板坚硬、来压强烈、冒落矸石块度大的采煤工作面。

支顶支撑掩护式支架 前排立柱支撑顶梁，后排立柱支撑掩护梁的支撑掩护式液压支架（见下页图 3）。

这种支架结构单一，前排立柱向前倾，后排立柱向后倾且工作阻力多小于前排，工作中有时承受拉力，故立柱腔也用液压闭锁控制，柱头与柱底用直通销轴连接于掩护梁与底座之间（与千斤顶的连接方式相同）。顶梁与底座较支顶支撑掩护式的短，结构较紧凑，整体刚性好，支撑合力更靠近顶梁后部。底座前端比压小，便于移架和更适用于较软的底板。

主要技术性能 支撑掩护式液压支架的顶梁长，有整体刚性和分体铰接两种。整体刚性顶梁结构简单，操作方便，前端的支撑力大，使用数量逐渐增多。分体铰接顶梁适应顶板不平整的能力强，有利于支架运输。但梁端支撑力小。有些顶梁带外伸或内伸的伸缩梁。多数支架有双人行通道，通风断面大；支撑合力在顶梁后部，切顶能力强；底座为整体刚性结构件，有底封式和

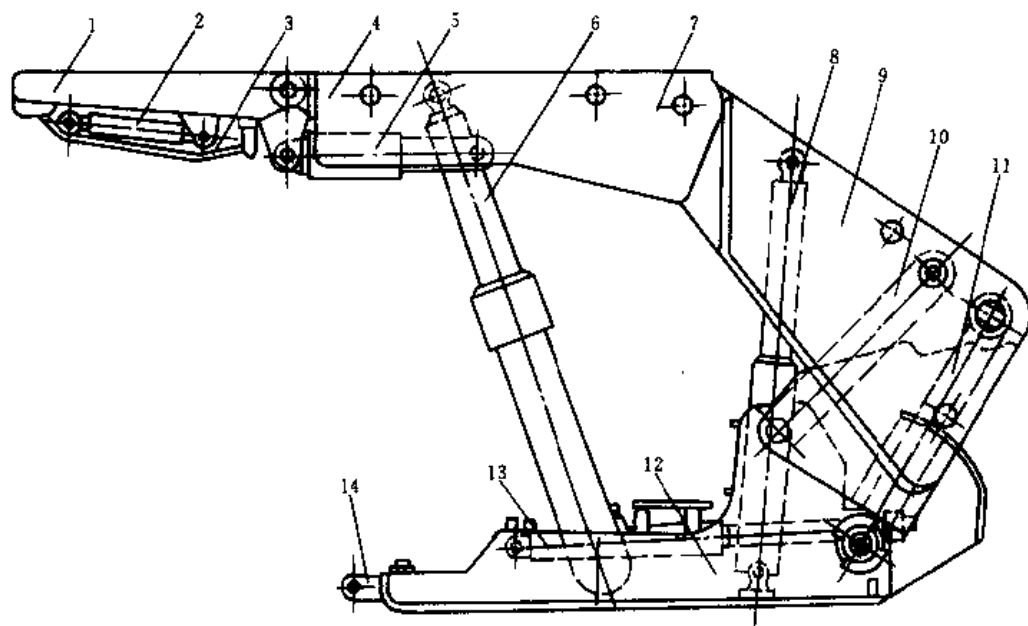


图3 支顶支掩支撑掩护式液压支架

1—前梁；2—护帮千斤顶；3—护帮板；4—顶梁；5—前梁千斤顶；6—前立柱；7—顶梁侧护板；8—后立柱；9—掩护梁；10—前连杆；11—后连杆；12—底座；13—推移千斤顶；14—推杆

底开式两种，对底板比压较均匀，底封式多用于软底板或煤底，底开式多用于较硬底板，中部排煤方便；多数支架的立柱倾斜度小，支撑效率高，但调高范围较小，适应煤层厚度的变化能力不如掩护式液压支架；工作中前后排立柱受载经常不均，在同样煤层地质条件下要求其工作阻力和支护强度应高于掩护式液压支架的；液压系统中的动力缸和控制元件多，操作较复杂，影响移架速度，为适应顶板的强烈冲击压力，除安装普通安全阀外，立柱尚需增设抗冲击大流量安全阀，保护支架不受冲击压力的损坏。在既可使用支撑掩护式又可使用掩护式液压支架的条件下，通常应优先选用掩护式液压支架。

主要参数 国际上有多种不同参数的支撑掩护式液压支架，中国最大高度为5m（高度的上限），最低高度1.4m；中心距一般为1.5m，个别为1.7~1.8m，国际上这类支架的中心距为1.75m；工作阻力一般为3000~7000kN，最大10000kN；支护强度一般为0.6~0.9MPa；对底板比压多为0.8~1.8MPa；重量10~18t，最大达30t。

简史 日本在引进英国支撑式和前苏联掩护式液压支架的基础上，结合其本国的煤层条件，于60年代后期研制成功支顶支撑掩护式液压支架，并推广使用。它与现在大量推广的这类支架在结构上的主要区别是：其顶梁与掩护梁的连接是通过起十字头作用的结构件，顶梁既可上、下又可左、右摆动，结构较复杂，顶梁与掩护梁上均无活动侧护板装置，挡矸性能差。70

年代中期联邦德国、英国等一些国家对其结构有所改进，性能趋于完善。同期中国开始研制本类型支架，结合中国煤层条件在紧凑结构，减轻重量等诸多方面作了许多工作，取得较好的技术经济效果，80年代推广使用，90年代初已生产和使用多种规格几十种支顶支撑掩护式液压支架，它是中国用量最多的架型。支顶支撑掩护式支架70年代在德国和英国开始使用，中国于80年代研制和使用，这种支架在国内外使用的数量都较少。

（陈忠恕）

zhihu jixie

支护机械 (supporting machinery) 在掘进巷道中架设各类支护构件的机械。也可用于井下起重和吊装。按功能分架棚机和支护机械手。

架棚机 起吊安装各种巷道支架的机械。由悬臂、传动装置、回转装置、支承构件等组成（见下页图1）。悬臂端部设有吊卡，借助于传动装置可使悬臂上下升降。传动装置有风动、电动、液压传动等三种。悬臂可围绕水平轴线回转，起吊重量100~300kg，起吊高度2.5~3.5m。架棚机可用立柱支撑在顶底板上，也可固定在矿车端部，巷道单轨吊或独立门架上以便移动。

支护机械手 吊装混凝土弧板的机械，在机架上装有起吊臂、夹紧装置、回转台、行走机构及液压系统的自行支护设备。起吊重量为1000kg，功率15kW。行

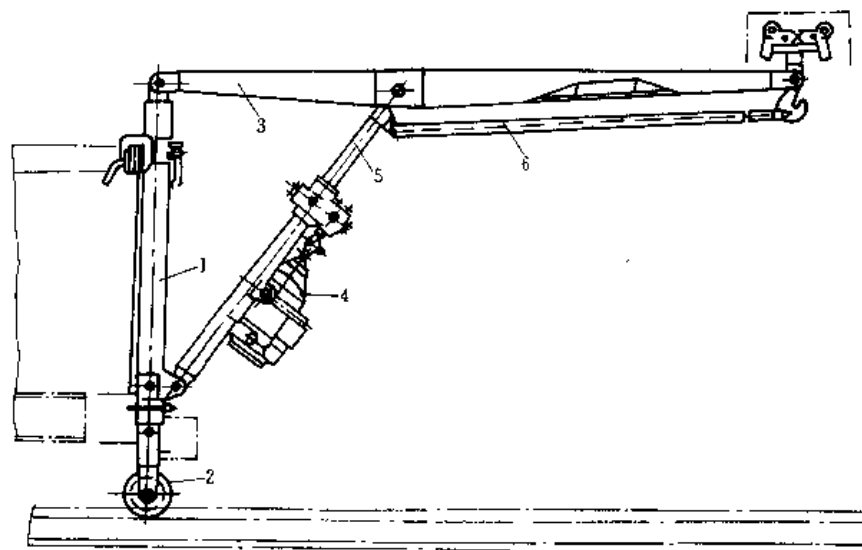


图1 悬吊式架棚机

1—立柱；2—滚轮；3—悬臂；4—电动传动装置；5—螺旋杆；6—拉杆

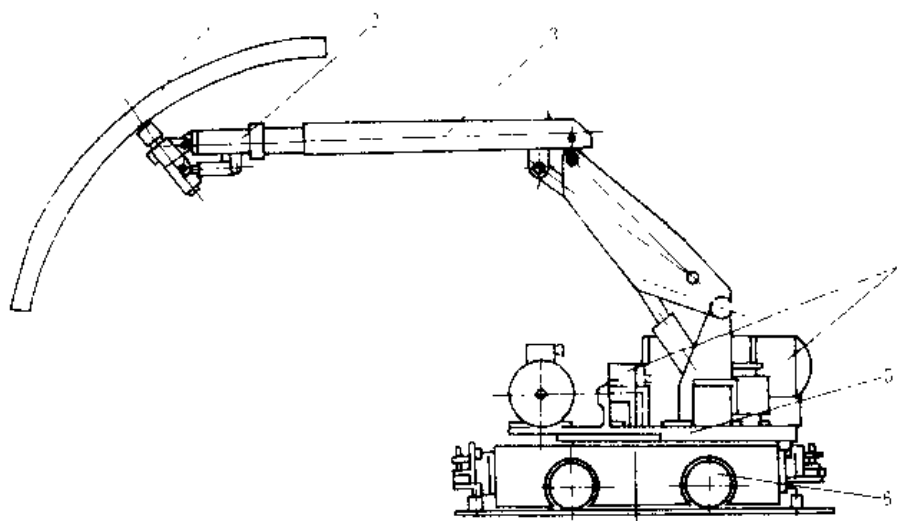


图2 支护机械手

1—弧形板；2—取料夹紧装置；3—起重臂；4—液压、电气系统；5—回转平台；6—行走机构

走机构有轨轮、履带两种。抓取机构是支护机械手的关键部件，它由取料夹紧装置和来复液压缸组成。来复液压缸的功能是将液压缸活塞的直线运动转换成轴或壳体的回转运动，使吊爪与弧板一起围绕巷道中心线翻转360°，以满足吊装混凝土弧形板的要求（图2）。支护机械手采用全液压传动，由取料夹紧装置吊取支架构件，从机身后部或旁侧，经起重臂、回转平台将构件递送至机器前部工作面，按预定的位置按放构件完成支护作业。

（袁企棠）

zhijia yunshuche

支架运输车 (hydraulic support carrier)

搬运液压支架的无轨运输设备。更换不同的工作装置还能进行煤、矸、材料、人员的运输和清理巷道等工作。它不需轨道，直接进入工作面，液压支架可一次就位。因而装卸时间短，转载环节少、效率高、辅助人员少。该车附着力大、爬坡能力强、转向轻便、行动灵活。一般要求巷道宽度在3.5m以上，最小巷道曲率半径不小于6m，巷道坡度小于12°。

工作原理 支架运输车按工作方式分支架运载车和支架铲运车两种。

支架运载车 以防爆柴油机为动力,采用全液压或液压机械传动。前车为牵引车、安装有防爆柴油机、液压件、监控装置及驾驶室。后车为承载车,其上布置工作装置。承载车为框架形状,工作时液压支架由框架上的提升油缸将液压支架抬起。这种车辆行走稳定,支架离地间隙小,可通过较矮的巷道。重型支架运载车后车框架布置有4个车轮以减少接地比压。

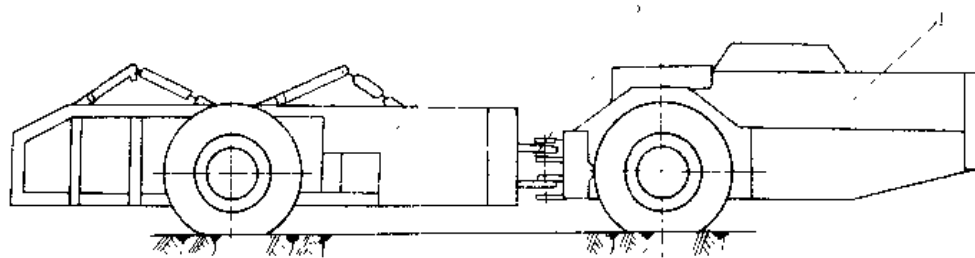
支架铲运车 承载部分为一铲板,工作时插入液压支架底部,由油缸将铲板抬起,实现液压支架的运输和安装就位,支架铲运车的机身窄,可通过较窄的巷道。

基本结构 支架运输车由传动系统、转向系统、制动系统、起动系统、自动灭火系统、电气系统、工作装置与机架等组成(见图)。

传动系统 全液压传动由分动箱、液压系统、车轮马达组成。液压机械混合传动由分动箱、液压传动系统和变速箱、传动轴、驱动桥等部件组成。

液压传动系统具有压力和速度反馈控制,采用液压机械传动方式时,由主泵驱动高速马达,马达再将动力输给变速箱。需四轮驱动时,液压系统接通装在后车上的车轮马达。采用全液压传动时,由主泵直接驱动车轮马达运行,分动箱用于将功率分配给主泵和工作泵,变速箱的作用是改变转速和扭矩,以适应外阻力的变化。改变马达转向可以实现车辆的前进和倒退,空转利于柴油机的起动及在不熄火的情况下停机。驱动桥用于将变速箱传来的动力改变90°方向传给车轮,通过差速器解决左右车轮在转弯时产生的速度差。动力通过驱动桥传到车轮上,同时驱动桥也将车轮所受到的牵引阻力、制动阻力和侧向阻力传给机架。

转向系统 由液压转向器、单路稳定分流阀把来



支架运输车

1—牵引车; 2—铰接部; 3—承载车

油经转向器的计量马达导入转向油缸,实现转向。

制动系统 具有工作制动、紧急制动和停车制动3种形式。紧急制动和停车制动,采用油浸盘式制动器和全液压联合驱动机构制动半轴实现。工作制动利用液压系统自锁实现。

起动系统 分全液压和压缩空气两种起动形式。全液压起动是由蓄能器中的压力油通过开关阀传给起动马达带动柴油机起动,具有起动快、体积小、故障少等优点。压缩空气起动是利用空气蓄能器充压,压缩气体再带动气起动马达或直接进入柴油机气缸内使柴油机起动。

电气系统及自动灭火系统 电气系统由监控和机车照明两部分组成,可对柴油机、液压系统和巷道瓦斯情况进行监控。自动灭火系统配有自动探测器,可在驾驶室内发出声光报警信号,一旦发生火情,通过探测器和自动灭火装置及时解除火情,或由人工击打手动启动器,化学灭火介质以高速的射流喷洒在发电机与变速箱上,扑灭火焰。

工作装置与机架 工作装置由液压绞车和4个油缸提升机构组成,安装在后车框架上,液压绞车将支架牵引进入框架就位,油缸提升机构将其提起,机架由前机架和后机架组成,两者之间用销轴铰接成一体,依靠转向油缸的伸缩使前后机架相对转动。

支架运载车首先由澳大利亚研制成功并广泛应用于液压支架搬家。中国1988年开始研制,1992年生产出载重16t的支架运载车。

(王喜安)

zhongbucao

中部槽 (linepan) 构成刮板输送机中部机身的盛载槽。承受货载,支承和导向刮板链条,兼有连接挡煤板和铲煤板,承受液压支架和推溜器的推拉载荷,支承和导向采煤机械的功能。相邻中部槽采用可活动的高强度联接装置,使中部槽能偏转一定角度,以满足刮板输送机弯曲推移和适应底板起伏的要求。

根据结构分为开底式和封底式两种。封底式中部

槽有普通焊底式、剖分式、框架式、整体铸焊式和整体轧焊式五种。

开底式中部槽 由左右槽帮、中板、接口板、接头和支座组焊而成 (图 1)。

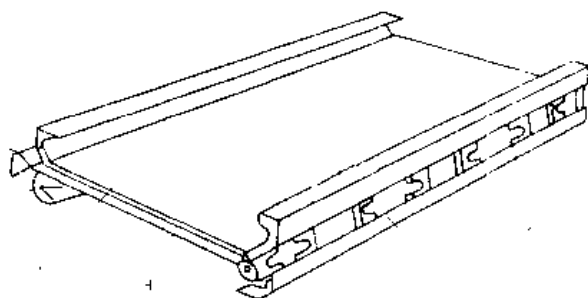
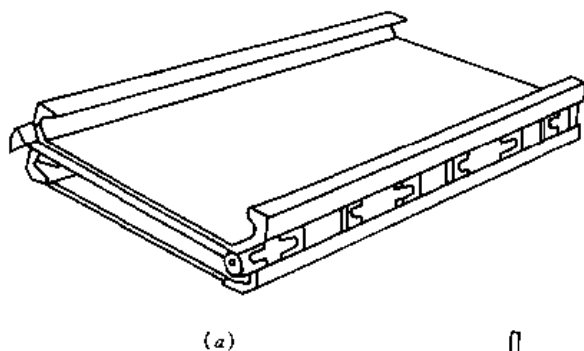


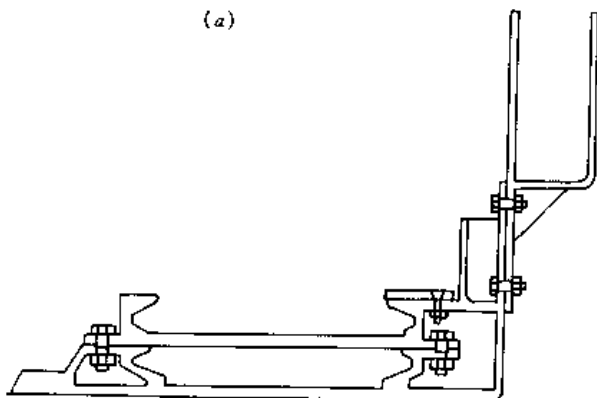
图 1 开底式中部槽

1—接头；2—左槽帮；3—中板；
4—接口板；5—右槽帮；6—支座

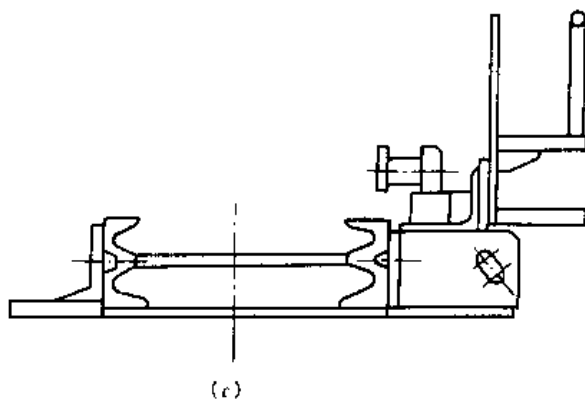
槽帮用高强度耐磨钢制成。根据断面形状有 D 型、M 型、E 型三种。根据制造工艺有压制式、轧制式、铸造式三种。D 型槽帮为压制式,仅用于轻型刮板输送机;E 型槽帮为轧制式,用于中链式刮板输送机;M 型槽帮为轧制式或铸造式,用于边链式及中链式刮板输送机;铸造式槽帮用于重型或超重型刮板输送机。



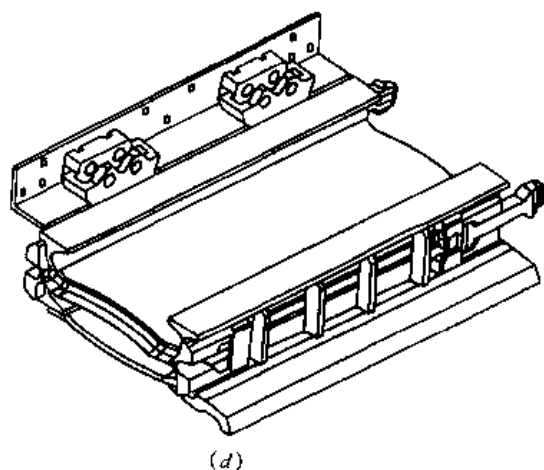
(a)



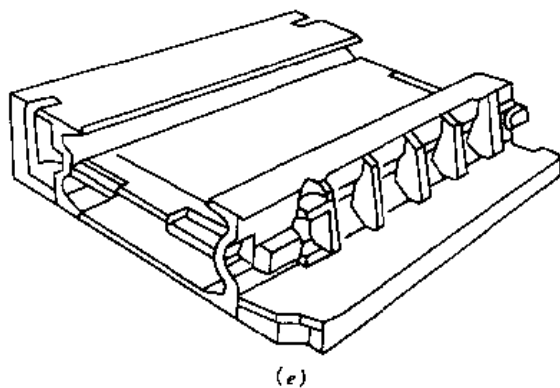
(b)



(c)



(d)



(e)

图 2 封底式中部槽

a—焊底式；b—剖分式；c—框架式；
d—整体轧焊式；e—整体铸焊式

中板是焊接在左右槽帮之间的高强度耐磨板,其强度和厚度是决定中部槽过煤量的主要因素。接口板焊接在中板两端,有平行式、犬牙式和弧状式三种,它有防止漏煤、定位、承受水平分力和提高中板耐磨性的功能。接头又称端头,具有安装中部槽联接件和定位

中部槽的功能。支座是焊接在槽帮外侧凹槽处用来连接挡煤板和铲煤板的构件,根据结构分开口式和闭口式两种。

封底式中部槽 底部有封底板的中部槽。此种中部槽刚性强、底链回煤少、阻力小。但每隔几节封底式中部槽,需安装一节开天窗的封底式中部槽,以便检查和处理底链事故。封底式中部槽根据结构有焊底式、剖分式、框架式、整体铸焊式、整体轧焊式五种类型。其中剖分式和框架式中部槽不需另装开天窗封底式中部槽(见上页图2)。

焊底式中部槽 开底式中部槽底部焊接封底板而成,结构简单,仅用于中型或重型输送机上。

剖分式中部槽 由上下槽体组成,侧面用螺栓紧固,下槽体同挡煤板、铲煤板焊成一体。它刚性强,省掉了连接挡煤板、铲煤板螺栓,维修方便,主要用于重型输送机上。

框架式中部槽 由开底式中部槽(或上半槽体)和框架底槽组成。框架底槽是由挡煤板、铲煤板和封底板(或下半槽体)焊成整体,承受液压支架的推拉载荷。松开定位紧固装置,可整体更换中部槽(或上部槽体),维修方便,用于重型或超重型输送机上。

整体铸焊式中部槽 左右槽帮分别与铲煤板、挡煤板铸成一体,同中板、底板组焊而成。可按需要适当加大外形和关键尺寸,提高整体强度和寿命,省掉了连接挡煤板的螺栓。广泛用于超重型刮板输送机上。

整体轧焊式中部槽 左右槽帮为上下对称,分体轧制而成,同加厚中板、底板、铲煤板、挡煤板及齿轨座组焊成整体。省掉了连接挡煤板、铲煤板的螺栓,可按需要加厚中板尺寸,强度高,比整体铸焊式表面光滑、阻力小。广泛用于超重型刮板输送机上。

开天窗中部槽 与焊底式、整体铸焊式、整体轧焊式中部槽配用。有托板式、三折铰链式、抽屉式和转轴式四种(图3)。托板式天窗板为整板,结构简单,但托板易损坏,可靠性差。三折铰链式有不拆上链、天窗板可折叠抽出的优点。抽屉式又称横拉插板式,结构简单、性能可靠,使用方便。转轴式又称底板开口式,天窗板为底板活动部分,使用可靠,但不宜在薄煤层中使用。

中部槽联接件 为相邻中部槽定位和联接的构件。联接件需有足够的联接强度和一定的活动间隙,使中部槽能偏转一定角度,以满足刮板输送机逐段折曲推移和适应底板起伏的要求。它承受推溜力、拉架力和采煤机械工作载荷的作用,是确保中部槽正常工作的关键构件。根据结构分为锥销式、哑铃式、圆柱销式、套环式和内哑铃式五种。

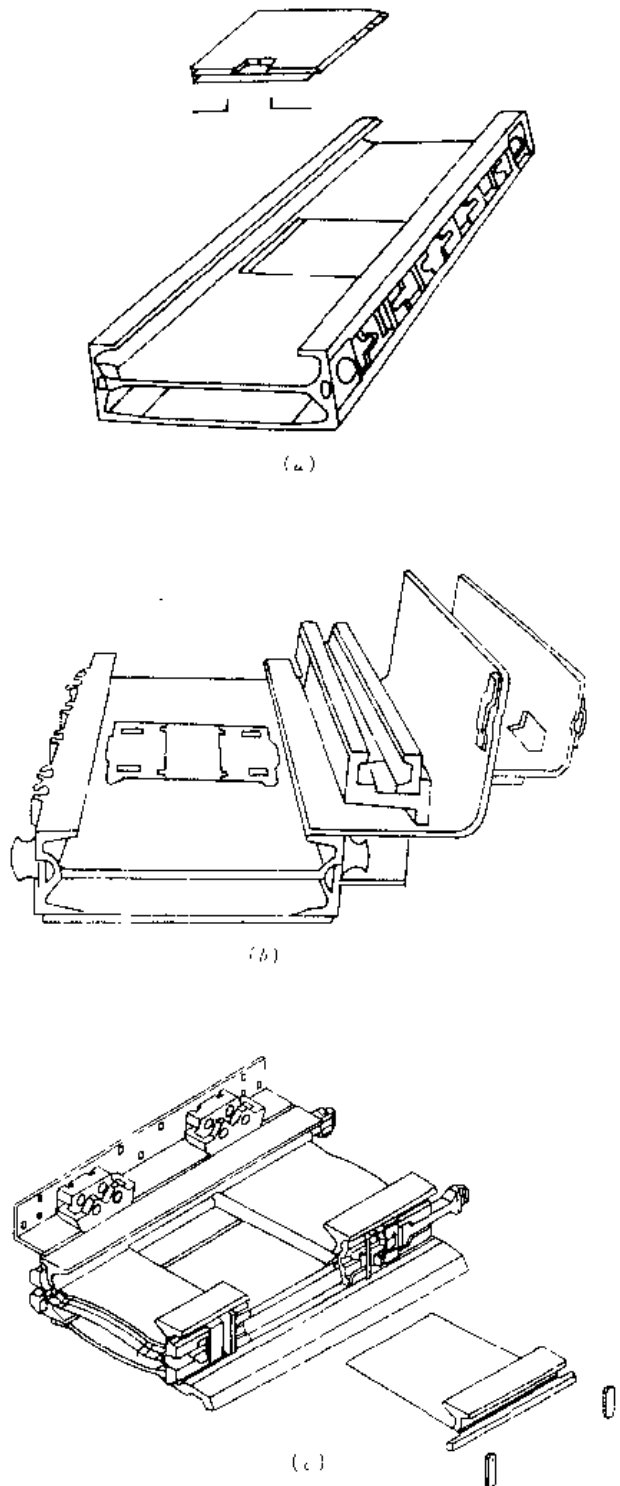


图3 开天窗中部槽
a—托板式; b—三折铰链式; c—抽屉式

(石国祥)

zhongxingdian jiedi fangshi

中性点接地方式 (method of power system
neutral grounding) 电力系统中性点与大地的

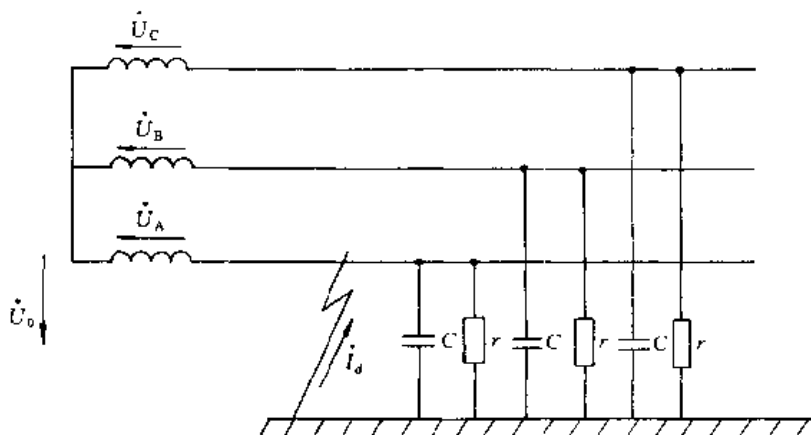


图1 中性点绝缘系统

连接方式。电力系统的中性点指电力系统中三相星形接法的发电机和变压器的中点。中性点接地方式分为两大类：有效接地和非有效接地系统。电力系统中性点接地方式的选择是一个涉及到系统绝缘水平、供电可靠性、供电安全、继电保护、通讯干扰、避雷器配置等影响面较大的综合技术经济问题。中国有关规程规定：110kV及以上电网采用中性点有效接地系统；60kV及以下电网采用中性点非有效接地系统。

中性点有效接地系统 又称大接地电流系统，中性点直接接地或经一低值阻抗接地的系统。通常系统的零序电抗与正序电抗的比值小于或等于3，零序电阻与正序电抗的比值小于或等于1。由于该系统发生单相接地故障时有较大的故障电流，对电力系统本身和对邻近的通讯线和信号线都会造成较大的危险和干扰，有可能损坏电力设备，所以必须迅速切除故障部分，这时会造成部分负荷供电中断。但是当系统中发生单相接地故障时，非故障相的对地电压仍接近相电压，且系统的操作过电压很低，因此对系统的绝缘水平要求相对较低。向煤矿井下电网供电时，若单相接地故障电流大，容易引起火灾、瓦斯、煤尘爆炸和人身触电危险。另外，矿井通风机、升降人员的提升机等设备不希望电网发生单相接地故障时立即切断电源停止运行，所以不宜采用中性点有效接地系统。

中性点非有效接地系统 又称小接地电流系统，中性点不接地，或经高阻抗或谐振接地的系统。通常本系统零序电抗与正序电抗的比值大于3，零序电阻与正序电抗的比值大于1。非有效接地系统最主要的优点是：系统中的单相接地故障可能瞬时自动消除，或在系统继续运行一小段时间后，在有准备的情况下（如负荷转移后）切除，因而减少了停电次数，提高了供电可

靠性。非有效接地系统发生单相接地故障时，最大相对地电压可达到线电压，并有较高的暂态过电压，系统绝缘水平必须相应增高。另外，非有效接地系统中发生单相接地故障时，故障电流分布在全网内，准确可靠地查找故障点比较困难。非有效接地系统可分为中性点绝缘系统，中性点谐振接地系统及中性点经高阻抗接地系统3种。

中国煤矿向井下配电的高压电网及井下低压电网在1986年前均采用中性点绝缘系统。随着煤矿的不断发展，配电网越来越大，单相接地电容电流过大造成的危害日益突出。为此，1986年及以后的《煤矿安全规程》作了相应修改。修改后规定煤矿井下供电网严禁采用中性点直接接地的系统，但允许采用高阻抗接地或谐振接地系统。目前，中国煤矿电网中，除中性点绝缘系统外，还有中性点谐振接地系统及阻抗接地系统。以电缆为主的煤矿高压配电网，由于煤矿生产的特点，单相接地电容电流变动频繁，中国煤矿已开始应用能自动跟踪电容电流变化达到正确调谐的谐振接地系统及单相接地选线等多功能的微机控制系统。

中性点绝缘系统 电网中所有中性点对地绝缘。当系统中发生单相接地故障时，经系统对地电容及绝缘电阻形成回路（图1）。

$$\text{接地电流 } I_d = 3U_\phi \sqrt{(1/r)^2 + \omega^2 C^2}$$

式中 r 、 C 分别为系统单相对地绝缘电阻及对地电容， U_ϕ 为系统相电压。

在高压系统中，绝缘电阻与对地容抗相比可认为无穷大，因而流经故障回路的电流主要是电容性电流， $I_d = 3U_\phi \omega C$ 。在低压系统中，当线路总长度较短时，绝缘电阻起主导作用，接地电流中电阻性电流占主要成份；当线路总长度较长时，对地电容起主导作用，接地电流中电容性电流占主要成份。

当网络电压等级低，电网供电范围小时，中性点绝缘系统的单相接地电流 I_d 一般都较小，故障点形成的开放性电弧，常可自行熄灭。即使是金属性单相接地故障，由于故障电流远小于短路电流，三相电源电压仍可维持平衡对称，所以系统可以继续运行一小段时间。当网络电压等级高，电网供电范围大时，则接地电容性电流增大，电网单相接地故障点接地电弧不易自行熄灭，将给电网的安全运行带来一系列危害，如产生弧光接地过电压。故障点电流的热效应，使接地网电压升高和

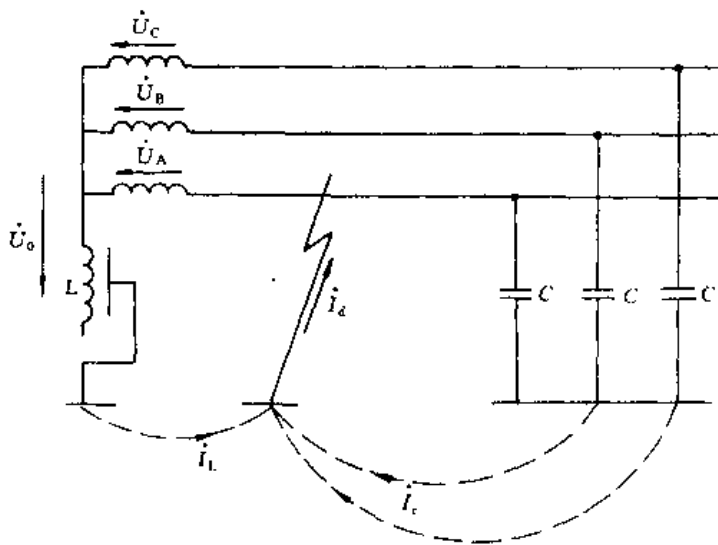


图2 中性点谐振接地系统

交流杂散电流加剧等。弧光接地过电压是中性点绝缘系统发生单相接地故障时，由于接地电弧间歇重燃现象而引起的过电压。有时这种过电压可达相电压幅值的3.5倍，所以当单相接地电容电流过大时，不宜采用中性点绝缘系统。

中性点谐振接地系统 系统中性点经消弧线圈接地，即形成中性点谐振接地系统。消弧线圈是德国彼得森（W. Pettrsen）教授1961年首创，故又名彼得森线圈，是一个有很多抽头的电感线圈。当系统中发生单相接地时，故障点的电容性电流被消弧线圈中电感性电

流所补偿（图2）， $I_d = I_L + I_C$ ，当消弧线圈作正确调整时，即电感电流与电容电流数值接近时，可使故障点电流降至较低的数值，使电弧容易熄灭。在电弧熄灭后，由于消弧线圈的存在，故障点弧道两端的电压上升缓慢，使电弧不易重燃，因而起到“消弧”作用。这种系统能有效地减少弧光接地引起过电压的概率。线圈的电感量可根据电容电流的大小而进行调节，达到正确调谐的目的。工程上用脱谐度 γ 评价调谐程度，

$$\gamma = (I_C - I_L) / I_C \cdot 100\%$$

其中 I_C 、 I_L 分别为系统电容电流及消弧线圈的电感电流。当 $\gamma > 0$ 时称为欠补偿； $\gamma = 0$ 时为全补偿； $\gamma < 0$ 时为过补偿。消弧线圈在全补偿状态下会产生串联谐振过电压，一般应避免采用这种运行方式。

中性点经高阻抗接地系统 部分系统中性点经高阻抗接地，包括高阻抗接地，电抗并联电阻接地，电抗串联电阻接地等。在单相接地电弧的点燃和熄灭过程中，系统中积聚能量是产生弧光接地过电压的主要原因。中性点经电阻接地后，系统中积聚的电荷可通过电阻泄漏。这种系统也能有效地消除电磁式电压互感器引起的铁磁谐振过电压。但是中性点经过高电阻并联电抗或低电阻串联电抗接地，其中电抗部分产生的电感电流用于补偿接地电容电流，从而降低单相接地电流。

系统接地点 可从受电变压器二次线圈中性点或采用专用接地变压器得到。中国煤矿高压配电网受电变压器二次侧多为三角形接线，因而需要另加接地变压器，再由此引出中性点，然后直接或间接地接入接地阻抗 Z （图3）。

（蔡旭）

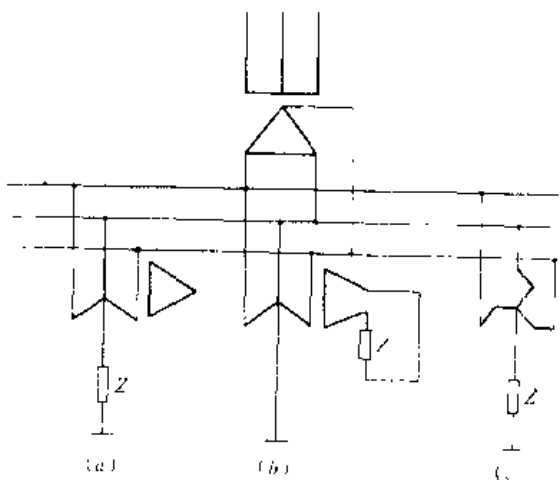


图3 配电母线上系统中性点接地

- a—由Y/Δ接地变压器一次侧经阻抗 Z 接地；
b—由接地变压器一次侧接地，二次开口三角形接入阻抗 Z ；c—由Z字形接线变压器的一次侧经阻抗 Z 接地

zhoucheng guzhang zhenduany

轴承故障诊断仪 (bearing failure detector)

测量轴承在运行过程中产生的冲击脉冲，并指示其运行工况数值的便携式电子测试仪器。主要用于监测和诊断煤矿机电设备中滚动轴承的内在质量、安装质量、运行工况和健康状态，为预报设备故障、安排维修计划提供依据。常用的轴承故障诊断仪是便携式冲击脉冲计。

工作原理 利用滚动轴承运行过程中，其冲击脉冲值的增大与轴承的损坏程度成正比的规律，用加速度传感器，通过机械结构传递接收冲击脉冲信号，并经处理、比较，最后显示出冲击脉冲值（以 d_s 表示），用



以判断轴承运行是否正常以及损坏程度。

基本结构 便携式冲击脉冲计由传感器、测量处理脉冲部分和测定收听脉冲部分组成。传感器由一手持式的压电晶体加速度传感器、增敏按钮、导线等组成。测量处理脉冲部分由电源、放大器、滤波器、比较仪、带开关的测程转盘、发光指示器、小型扬声器或蜂鸣器等组成。当轴承的冲击脉冲超过正常的冲击脉冲水平时,仪器会发生音频声和发光,表示被测轴承已开始损坏。测定收听脉冲部分是一副耳机,可在大噪声环境下使用。

技术参数 便携式冲击脉冲计的主要技术参数为测量范围、分辨能力和测试最大的轴径等。中国生产的冲击脉冲计:①测量范围 0~100dB;②分辨能力 3.3dB;③测量最大轴径 1000mm。

(刘邦雷)

zhuyao tongfengji

主要通风机 (main fan) 安装在地面,向全矿井、一翼或一个分区供风的通风机,俗称主扇。

通风机按结构或气流在其内部流动方向分为离心式和轴流式两种。

离心式通风机 气体沿轴向进入叶轮,沿径向流出,在叶轮作用下使气体获得能量的通风机。

工作原理 电动机驱动叶轮转动,叶轮中气体随之旋转,在离心力的作用下,气体获得能量,顺叶轮流出。随机壳断面逐步变大,气流的部份动能转变为压力能,从风机出口排出。此时在叶轮入口处形成负压,使空气在大气压力的作用下连续进入叶轮内,从而实现了连续输送气体的目的。

基本结构 离心式通风机主要由机壳、叶轮、轴、集流器、扩散器等组成,有的还有进气箱、前导器。机壳一般为钢板焊接结构,其基本外形为对数螺旋线,大多为矩形截面呈蜗形体,收集从叶轮出来的气体并均匀排出。集流器是锥弧形,保证气体平稳地进入叶轮。装有前导器的风机可以通过调节其角度改变风量和风压。叶轮指:将机械能传递给空气并转化为空气内能的部件。由前盘面、后盘面、叶片及轮毂组成。叶片采用后倾机翼形,焊接于前盘与后盘中间,借助轮毂固定在主轴上。一般通风机通过联轴器或皮带轮与电动机联接,其外形如图 1 所示。

分类 按吸风方式分为单吸和双吸。单吸式为单侧进气,双吸式为双侧进气。按旋转方向可分为右旋转和左旋转;按出风口的角度分为 0°、45°、90°、180°四种;按传动方式分为:①叶轮装在电机轴上,由电机直接传动;②皮带轮传动;③经联轴器直接传动。

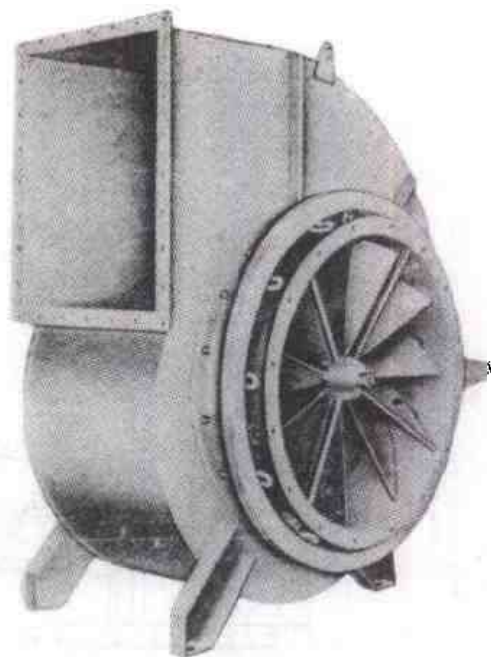


图 1 离心式通风机外形

离心式通风机的结构简单,制造方便,比转数 $n=40\sim100$,高频噪声少、操作维护简便、造价较低;但调节性能差,主要用于中、小型矿井。双吸大型离心式风机在大型矿井中也有应用。中国生产的中、低压离心式风机直径 0.6~5m,最大风量可达 330m³/s,全压(通风机出口侧和进口侧的总风压差)达 4900Pa,叶轮线速度达 110m/s。

轴流式通风机 气体沿着轴向进入叶轮,沿轴向流出,在叶轮的作用下使气体获得能量的通风机。

工作原理 电动机带动通风机的叶轮旋转,叶轮的叶片使流经它的空气产生气动力,使其全压增加从轴向流出,并在工作轮的进口处造成负压使气体流入,实现连续输送气体。

基本结构 主要由集流器,前疏流罩体、叶轮、后导流叶片、扩散器、机壳和轴等组成。集流器是一个喇叭口,前疏流罩体是一个半球面的罩子,两者能使空气均匀地进入通风机减少入口损失,叶轮是把机械能转换为气体流动的部件,叶轮上的叶片为机翼形或扭曲叶片。后导流叶片把叶轮出口的气流方向整流为轴向。扩散器把部分动压转换为静压以提高风机的静压效率。机壳呈圆筒形为钢板焊接,或铸铁件构成。

分类 按叶轮级数可分为单级和双级。单级轴流式通风机采用一个叶轮和一个后导叶,效率较高。双级采用两级叶轮并带有中、后导叶的结构形式,压头较高,煤矿应用较普遍(见下页图 2)。按结构还有子午

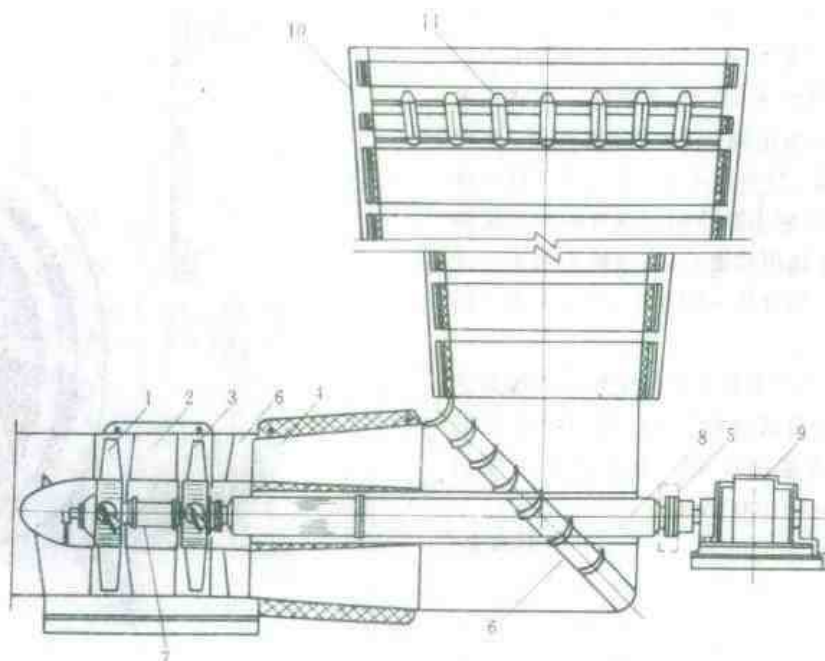


图2 双级轴流式风机结构示意图

1—叶轮；2—中导叶；3—后导叶；4—扩散器；5—刹车机构；6—整流叶栅；7—主轴承箱；
8—传动轴；9—电动机；10—立式扩散器；11—排行式消声器

加速风机和对旋轴流式风机。

子午加速轴流式通风机 它的轮毂为锥形，气流沿着逐渐缩小的子午截面流动而获得加速。它兼有轴流式和离心式通风机的优点，风压系数和风量系数都比较高，最高效率可达到88%~89%。其叶轮前加装了可调整的前导叶，风机具有良好的调节特性。中国目前生产的大型子午加速轴流风机主要应用于发电厂，煤矿上仅在局部通风机上采用。

对旋轴流式通风机 风机的特点是由两个型号、容量相同的电动机各自拖动一组叶轮旋转。电机安装在具有一定压力的隔流腔内，隔流腔内有高于外部大气压力的自然通气流道可使电机散热。电机与叶轮直联，减少“S”型风道阻力损失，其高效区宽广，风流平稳，噪声较低。根据矿井通风需要对旋风机也可单机运行。目前中国可生产对旋风机最大风量达150m³/s，静压2500Pa，效率可达80%。

轴流式通风机调节性能好，结构紧凑，不须设反风道。比转数 $n=90\sim300$ ，安装方式可为卧式也可为立式。立式垂直安装于风井口，还可直接布置在竖井内，占地少。缺点是易损部件都装在机壳内，维护更换较困难。轴流式风机风叶线速度大于90m/s时，噪声大，特性曲线较陡峭，并联运行时稳定性较差。中国已生产直

径3.2m的矿井轴流式通风机，风量最大达380m³/s，静压最高4600Pa，效率最高达85%。

通风机特性曲线 通风机风压、功率、效率与风量关系的曲线。按运转特性分个体特性曲线和类型特性曲线。

个体特性曲线是在一定转速和空气密度下，反映一定直径的风机产生的风量与全压、静压、功率及效率之间的相互关系曲线。以纵坐标表示风压、功率、效率，横坐标表示风量，将风压—风量、功率—风量、效率—风量三种特性曲线画在一张图上。

类型特性曲线又称无因次特性曲线，是表示一定类型和体系的风机特性，它与个体风机的尺寸大小和转速无关，属于同一系列，彼此之间相似（即几何相似，运动相似和动力相似）。为了比较风机的特性，将个体风机的性能参数转化为无因次特性参数，如流量系数、风压系数和功率系数等，将其相互关系绘在同一张图上。由于使用简便，目前已广泛应用于风机的选型和设计制造中。

通风机工况调节 随矿井巷道阻力和生产能力的变化，所需风量、风压也在变化，必须调节风机的工况，以满足生产的需要。通常采取的方法：①改变风机转速，利用改变皮带轮直径、采用液力耦合器或利用晶闸

管串级调速;②改变风机叶轮叶片角度或风机前导器角度;③改变叶轮片数;④改变风机级数等。

改变动叶片角度 对轴流式风机采用液压调节叶片角度的机构。该机构的原理:通过液压缸体的轴向移动带动齿条,驱动叶柄上的齿轮旋转,实现动叶的角度变化。特点是:不停机进行,为克服叶轮旋转时产生使叶片安装角度缩小的离心力,在叶柄上加有平衡锤,使叶片调整自如。

有的离心式风机的叶片分成两段,翼首不可调,翼尾的襟翼段可以摆动,利用调节机构改变襟翼角度可以改变其工况。

发展趋势 目前各国煤矿主要通风机正向以下4个方面发展:①高效率,大直径。英国、美国、荷兰生产的离心式通风机效率较高最高已达90%,德国生产的轴流式通风机最高效率达91%,最大直径达6.1m,风量 $590\text{m}^3/\text{s}$ 。②低噪声。风机扩散器带消声器或通风机本身采取兼起消声作用的结构以降低噪声。③工况可调范围广。德国已生产出一种离心式通风机采用双速电动机和装有可转动叶片尾部襟翼的叶轮,两者联合调节风机工况,风量由 $67\text{m}^3/\text{s}$ 可调至 $270\text{m}^3/\text{s}$,风压由 1254.4Pa 调至 4998Pa 。④整体快速更换,便于检修。例如,将风机的转子和电机装在一个底座上,底座下边设轮子放在导轨上,用液压推动整体快速拆装。

(李幼珊)

zhutongfengji dianqi chuangdong

主通风机电气传动 (electric drive of main fan)

采用电动机及其电气控制设备拖动和控制通风机,使其按通风网络的参数要求运行的技术。煤矿主通风机是保证安全生产的主要设备,它常年连续运转,耗电很大,因此其电气传动必须安全可靠,并力求节能。

主通风机传动方式 主通风机无论为离心式或轴流式,均可采用笼型异步电动机传动、绕线转子异步电动机传动或同步电动机传动。中、小容量的主通风机一般采用笼型异步电动机传动,当主通风机容量较大,而供电系统又需改善功率因数时,多选用同步电动机。轴流式风机的转动惯量和阻力矩较大,应对电动机起动条件进行验算。技术条件允许时,优先采用直接起动。当需要改变风量时,除轴流式风机可采用调节叶片角度外,宜采用改变电动机转速或利用偶合器改变风机转速进行调节。利用通风机反转进行反风运行的矿井主通风机应设正反向转换开关。分期选用电动机并采用调节叶片进行反风运行的主通风机,在前期采用功

率较小的电动机时,尚应按通风机的反风曲线校验反风运行时的电动机功率和起动条件。

笼型异步电动机传动 笼型异步电动机价格便宜、维护简单,是通风机最常用的传动电动机。若前后期所需风量、风压不同,经过技术经济比较,也可选用双速笼型电动机或多速笼型电动机。笼型异步电动机的起动控制有直接起动与降压起动两种。

(1)直接起动 又称全压起动,是笼型电动机和同步电动机的主要起动方式。应用此起动方式时,母线上的电压降落及加在通风机轴上的起动转矩必须符合技术要求。主通风机为不经常起动的设备,起动时允许的电压降落,在母线上不得大于额定电压的15%。当通风机由专用的变压器供电时,其电压降落允许值由通风机的起动转矩决定。如通风机为空心长轴传动,当采用直接起动时,还应根据通风机最大允许起动转矩进行校验。

(2)降压起动 当电网条件不允许直接起动时,可采用降压起动,有经电抗器和自偶变压器两种降压起动方式。

绕线电动机传动 当根据起动条件进行验算,通风机的传动电动机由于起动条件的限制不允许采用笼型异步电动机或同步电动机起动,或传动电动机有调速要求时,可以选用绕线式电动机,采用晶闸管串级调速。绕线电动机的起动方式主要是转子回路接入随转速增高而逐渐减少的限流电阻,使起动电流小,同时获得较高的起动转矩。绕线电动机转子回路的起动设备有频敏变阻器、油浸变阻器、液体变阻器3种。

(1)频敏变阻器 是50年代末中国开发研制的一种简单价廉的系列化起动设备,结构与电抗器相似,由铁芯与线圈组成,只是铁芯由厚钢板或钢管构成。当在线圈两端加上交流电压后,交变磁通便在铁芯中产生很大的涡流,消耗有功功率。它除具有电抗器的作用外,还有电阻器的作用。其等值电阻取决于它的结构参数和电压、频率等电气参数。在电动机起动过程中电动机转差率逐渐减少,频敏变阻器的等值电阻与电抗都随着转差率的减少而减少,从而使电动机在一个大致恒定的转矩下加速,实现无级平稳加速起动。但在起动阶段,功率因数较低,电动机起动转矩,只能达到最大转矩的50%~60%。离心式通风机属轻负载起动的负荷,轴流式通风机属重载起动的负荷,选用频敏变阻器时,应注意两者的差别,否则可能出现起动电流过大,起动时间过长的问題。

(2)油浸变阻器 又称油浸起动变阻器,是一种用手动控制器切换金属电阻的电器装置。它采用不平衡切除电阻,即非同时改变各相电阻的方法改变转子电

阻,通过触头数目不多的控制器可实现平稳起动。

(3)液体变阻器 俗称水电阻,是一种利用电极间导电介质具有电阻性质的特点做成的变阻器,通过改变电极的间距或电极与介质的接触面积改变电阻值。它的优点是电阻可连续平滑变化。此种设备目前中国应用很少,最近用国外引进技术生产的新型液体变阻器正在推广使用。有些国家,电动或液压伺服机构驱动的液体变阻器是绕线电动机的主要控制设备。

同步电动机传动 由于煤矿主通风机常年连续运转,且其电动机功率较大,因此可选用效率较高的同步电动机,以改善功率因数,设于工业场地内的离心式通风机最适于采用这种传动方式。同步电动机的起动方式,也有直接起动与降压起动两种。降压起动的控制线路根据投励先后有轻载起动和重载起动两种。轻载起动是同步电动机在降压下加速到亚同步速度,投上励磁使同步电动机牵入同步,然后投切到全压。重载起动是同步电动机降压起动到一定转速时,先投切到全压并加速到亚同步速度,然后再投上励磁牵入同步。轴流式通风机要求的牵入转矩较大,应采用重载起动方式。同步电动机传动除了必须进行起动转矩校验外,还必须进行牵入力矩的校验。供给同步电动机励磁用的直流电源有晶闸管励磁和机组励磁两种。

(1)晶闸管励磁 晶闸管励磁的主回路可以有三相半控桥和三相全控桥两种方案。目前三相全控桥晶闸管励磁线路可实现全压起动或降压起动,且具有电压反馈控制,当电网电压波动时,能自动保持恒定励磁。当电网电压下降至某一限值时能及时投入强励以防止失步。同步机控制线路有自动灭磁环节,当同步机在异步运行时(起动或失步过程)灭磁回路投入工作,以保证同步电动机及励磁装置本身免受感应过电压冲击。

应用于主通风机传动的同步电动机控制线路,宜具有再同步功能。当电网电压瞬时大幅度降低或消失,会引起同步电动机失步,为了避免由此产生的过大定子电流冲击,应及时断开转子励磁,并自动投入灭磁。当引起电动机失步的故障源在一定时间内消失后,能使电动机再次投励,牵入同步,自动恢复同步运行。

(2)机组励磁 机组励磁的励磁发电机一般与同步电动机轴直接联结。同步电动机励磁的控制方法有按定子电流控制与按转子感应电势的频率控制两种。

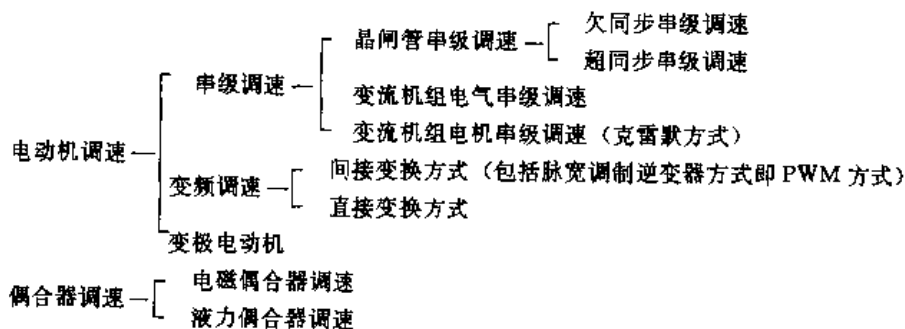
为了节约能源和始终保持良好的井下环境及安全条件,各国正在研究实现全矿井风量自动调节的闭环控制系统,根据井下环境参数(CH_4 、 O_2 、 CO_2 、 CO 的含量、温度、风速等)产量、季节、矿井的工作制及工作循环等因素,对主通风机的转速和各风门进行控制,以实现风量、风压及流向的连续调节和控制。

(高天一)

zhutongfengji tiaosu

主通风机调速 (speed adjustment of main fan) 调节主通风机的叶轮转速,改变风机风压风量的特性,以满足通风和节能需要的技术。一般用于离心式通风机。风机的风量 Q 与其转速 n 成正比,压力 P 与 n^2 成正比,轴功率 N 与 n^3 成正比。考虑到矿井风道,井下人数,及瓦斯浓度变化等因素,采用主通风机调速对矿井风量、风压进行连续调节,可以取得显著的节能效果。

主通风机调速分改变电动机转速和利用偶合器(又称离合器)调速两大类。



串级调速 在绕线型感应电动机转子侧施加与转子电压相平衡的电压,以吸收(或供给)转差功率,从而改变转速。

晶闸管串级调速 又称静止谢尔毕斯系统(static

Scherbius system),电动机转子的转差功率经整流器整流,再由晶闸管逆变器变换或与电源频率相同的交流功率回馈电网。若忽略电动机转子、整流器以及逆变器的电压降,则电动机转差率为:

$$S = \frac{K_i E_i}{K_a E_{20}} \cos \beta$$

式中 E_{20} 为转子开路电压; E_i 为逆变变压器逆变器侧绕组电压; K_a 和 K_i 分别是取决于整流器和逆变器联结方式的常数; β 为逆变器超前控制角。

改变 β 可实现调速。当电动机处于电动状态时, 转子电流与转子电压的相位趋于一致而与逆变电压相位相反, 故电动机定子从电网吸收功率 P , 经气隙传递到转子后, 一部分 $(1-S)P$ 变为机械能驱动负载, 而另一部分 SP , 作为转差功率由转子绕组输出, 整流后经逆变器回馈电网。若整流器是不可控的, 转子绕组只能输出转差功率, 而不吸收输入功率, 因此这种方式只能向同步转速以下调速, 故称为欠同步串级调速。若整流器是可控的, 则电动机定子从电网吸收功率 P , 逆变器还可以从电网吸收转差功率 SP , 并经可控整流器送给转子绕组, 形成定、转子双馈电状态, 此时电动机驱动负载的功率是 $(1+S)P$, 从而将电动机转速调到同步转速以上, 故称为超同步串级调速。主通风机要求在同步转速以下调节, 只采用欠同步晶闸管串级调速。

变频调速 利用交流电动机的同步转速随频率变化的特性, 通过改变供电电源的频率进行调速。变频调速适用于笼型异步电机或同步电机驱动的主通风机, 是最有发展前途的现代交流调速方法。变频调速由变频器提供频率可调的电源, 有间接和直接两种频率变换方式。

间接变换方式 将工频交流电经整流器变换为直流, 再由逆变器变换为频率可调的交流电供给交流电动机进行调速, 又称为交、直、交变频调速。整流器与逆变器由各种类型的电力电子器件组成。属于这种变换方式的逆变器有电压型和电流型两种。

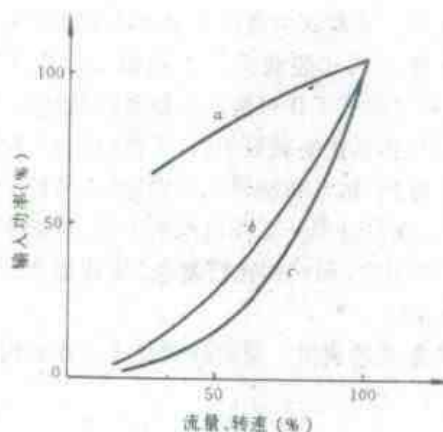
电压型逆变器 向电动机提供与频率成比例变化的方波电压。逆变器以强迫换流方式工作。直流侧接有大滤波电容, 逆变器的供电电压不受负载变化的影响, 故称为电压型。脉冲宽度调制逆变器 (简称 PWM 逆变器) 也属于电压型, 它用等幅、不等宽, 按一定时间排列的脉冲波逼近一条正弦波, 改变脉冲宽度或个数, 使供给电动机的基波电压与其频率成比例变化。电流型逆变器是在整流器与逆变器间串接大的直流电抗器形成电流通向电机提供恒定电流。电动机各相绕组的电流是方波。电压与电流型逆变器结构简单, 输出频率不受限制, 适用于高速运行的主通风机的调速。

直接变换方式 利用电力电子器件的开关作用将交流电源频率一次变换成所需要的频率供给电动机进行调速, 又称交、交变频调速 (见提升机交流电动机变

频调速)。

偶合器调速 电动机与主通风机间用偶合器机械连接, 通过偶合器改变风机转数而电动机的转速维持不变。

电磁偶合器调速 又称滑差离合器或涡流离合器, 若将偶合器与电动机装在一起, 称为滑差电机或电磁调速电机。偶合器是按异步电机工作原理产生传递转矩的。电动机以恒速驱动偶合器的电枢旋转, 偶合器的磁极与负载轴相连接, 磁极的激磁绕组通以直流电, 在旋转的电枢中产生感应电势, 形成涡流, 后者与磁场相互作用产生转矩, 带动负载旋转。改变激磁电流控制传递转矩与转差率特性实现调速。电磁偶合器结构简单, 控制灵活, 易于维护。但效率随转速下降而降低, 在主通风机调速范围不大时可采用。



风机电动机输入功率比较图
a—调节风道闸门方法; b—电磁偶合器调速法; c—串级调速及变频调速法

液力偶合器调速 装在电动机与主通风机之间, 通过液力偶合器的前倾管, 调节其油量以改变传递转矩, 从而实现调速。其调速性能与电磁偶合器调速相同, 适用于同步电机驱动的大型主通风机调速。

风机采用不同调速方法时, 其电机的输入功率也不同 (见图), 从图中的曲线可以看出晶闸管串级调速及变频调速的节能效果和调速性能最好, 是风机调速技术的发展方向。

参考书目

- 佟纯厚主编,《近代交流调速》,冶金工业出版社,1985。
魏泽国主编,《可控硅串级调速原理及应用》,冶金工业出版社,1985。

(许世范)

zhuangzai jixie

装载机 (loader) 将爆落的岩(煤)装入矿车或其它输送设备中的机械。其装载能力一般为 $15 \sim 200 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

分类 按行走方式分为轨轮式、履带式、轮胎式和雪橇式;按驱动方式分为电动驱动、气动驱动、电液驱动;按作业过程的特点分为间歇动作式和连续动作式两大类。

间歇动作式装载机 工作机构摄取物料时为间歇动作的装载机(图1)。主要有耙斗式装岩机、后卸式铲斗装岩机、侧卸式铲斗装岩机等三种形式(见耙斗式装载(装岩)机、后卸式装载(装岩)机、侧卸式装载(装岩)机)。

连续动作式装载机 工作机构摄取物料时为连续动作的装载机(见下页图2)。主要有扒爪式装载机、立爪式装载机(见扒爪式装载机、立爪式装载机)、扒爪立爪式装载机、圆盘式装载机和振动式装载机等。

(1) **扒爪立爪式装载机** 又称蟹爪立爪式装载机。用扒爪和立爪式工作机构扒取物料的装载机,其余组成部分均与扒爪式装载机相似。工作时,立爪松动料堆并向扒爪喂料,扒爪将物料扒入输送机。两种工作机构相互配合,能弥补单一工作机构的不足,可减少插入力,提高生产能力,但结构比较复杂。装载能力一般为 $120 \sim 180 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

(2) **圆盘式装载机** 用旋转圆盘式工作机构摄取

物料的装载机。其工作原理和结构特点与扒爪式装载机相似。装载机铲板上装有一个或两个带有凸台的圆盘形工作机构,凸台和圆盘上均有放射状沟槽,以增加它和岩石的摩擦力。工作时靠履带推力使铲板前端插入料堆,旋转的圆盘将铲板上的物料拨入转载机运走。该机较适用于装载松散细小颗粒状物料,对块度较大的物料适应性差。装载能力一般为 $50 \sim 80 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

(3) **振动式装载机** 又称鸭嘴式“装载机”。用振动铲板作工作机构摄取物料的装载机。前端有一鸭嘴形铲板,铲板上焊有许多锐端朝前的尖楔形小凸块。铲板插入物堆底部并作往复振动,由于尖楔形凸块的钝端可阻止物料向前滚动,落到铲板上的物料即在振动力的作用下被不断地传入输送机。该机效率较低,装载能力一般为 $15 \sim 55 \text{ m}^3/\text{h}$,已被其它形式装载机代替。

简史和发展趋势 20世纪初,美、英等国开始使用装载机代替手工作业。50年代,装载机已大量推广并发展成若干品种,其中使用最多的是后卸式装载(装岩)机和扒爪式装载机。70年代以后,随着巷道断面增大,侧卸式装载(装岩)机迅速发展。中国于50年代初使用后卸式装载(装岩)机和扒爪式装载机;60年代研制耙斗式装载(装岩)机。70年代研制成功侧卸式装载(装岩)机,与凿岩台车配套使用。装载机械的发展与掘进断面的大小及被装物料的特性密切相关。随着掘进断面的增大,在大断面巷道中多采用侧卸式

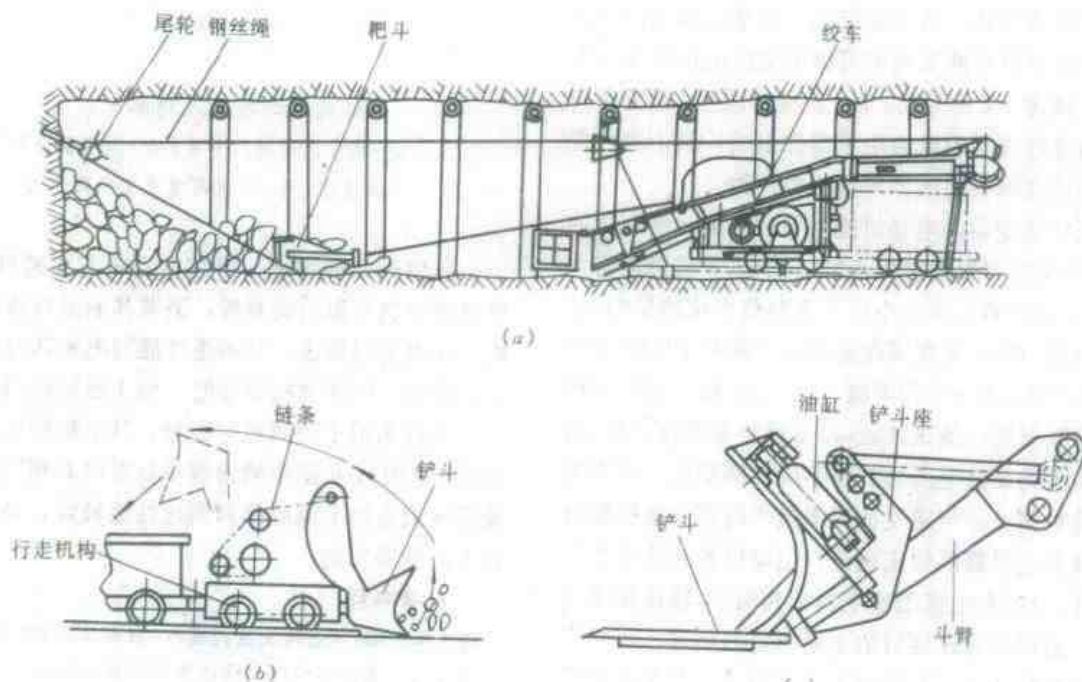


图1 间歇动作式装载机的工作机构

a—耙斗式; b—后卸铲斗式; c—侧卸铲斗式

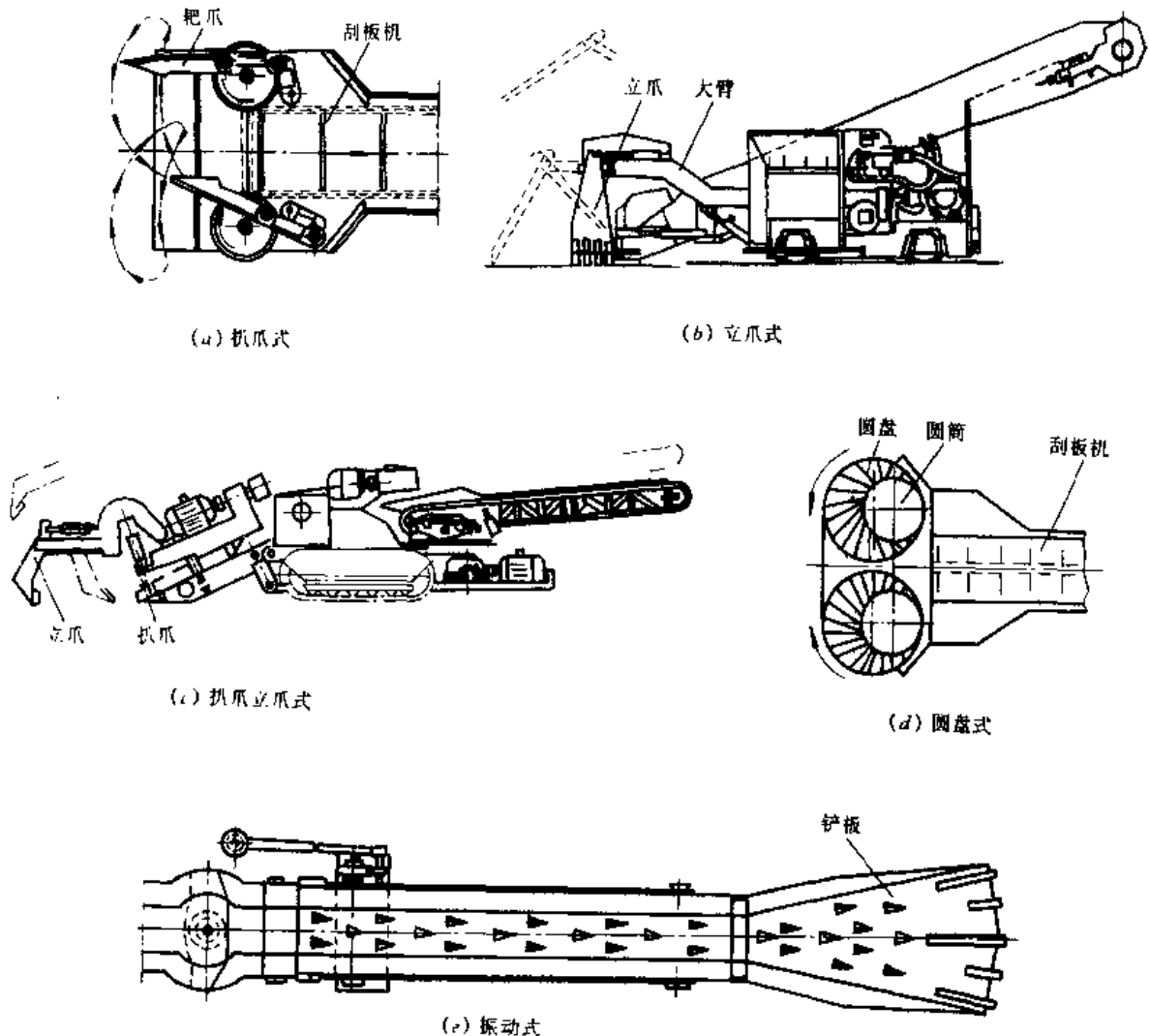


图 2 连续动作式装载机的工作机构

a—抓爪式；b—立爪式；c—抓爪立爪式；d—圆盘式；e—振动式

铲斗装岩机，且向大功率、大容量方向发展。对于中小断面掘进的装载机，则着眼于提高其机械性能和工作可靠性，并使其更趋方便灵活。此外，正探索装载机向一机多用多功能方面发展，如在装载机上增加钻臂，铲斗臂上增设可拆卸工作台等。

(童翁汉)

zidong jiaohuan diaoduji

自动交换调度机 (automatic switch-dispatch board) 被调用户之间、调度与被调用户之间的话路既可实行自动接续又能人工操作接续的一种新型调度机。它兼有自动交换与调度指挥功能，适用于大中型矿井的调度通信。

特点 ①话路的接续方式既有自动又有人工。对

于被调用户之间的横向通话，主要采用自动接线方式，而调度员与被调用户之间用人工接续方式。当调度员要与被调用户通话时无需拨号，直接操作功能键和用户键就可向被调用户振铃，呼叫对方摘机通话，话毕后挂机复原。②增设了调度指挥台，调度员直接操作功能键和相应的用户键就能实现调度员与被叫用户之间的紧呼、扩音、录音等一系列调度功能，此台的功能和作用远超过话务台，调度员具有比话务员更高的权力。③调度与报警兼备，在生产作业点发生事故和灾害的情况下，或调度员认为有必要发布紧急命令时，调度通信可由常态立即投入非常状态，先产生报警信号，然后立即优先接通调度与被调用户之间的双向语言报警话路，以实现紧急事故通信联络。由于报警通信一般是在调度与被调用户之间进行的，因此调度机内的交换网



络要优先服务于调度与被调用户之间的纵向话路接续。

报警通信的主要内容是：①根据调度员的旨意，在调度指挥台上能向任一被调用户、部分用户或全部用户发出不同于常态的紧急呼叫指令，然而不论分机用户摘机与否，都能把紧急命令用语言的形式发出并通过扩音或非扩音的方式从电话机中传出，使调度员能及时地指挥救灾工作。②任一被调用户在需向调度报告紧急情况时，只需简单启动电话机上的操作钮，就可在调度台上产生区别于常态的声光信号，提醒调度员优先进行接续，及时与对方通话，并能在台上自动地显示紧急用户的地址。③在上述过程中，录音录时器自动地投入运行，以记录处理事故的全过程。

报警通信系统的工作原理（图1）比较简单，在调度指挥台与调度用户电话之间，增加两条紧呼信道，一路是由调度指挥台把紧呼信号发往电话机，另一路是电话机发紧呼信号至调度台，有了这两种信号，就可使调度台与电话机之间及时沟通话路，达到优先通话之目的。目前这两路信号均采用频率信号，随着数字通信技术的发展，今后也将会数字化。

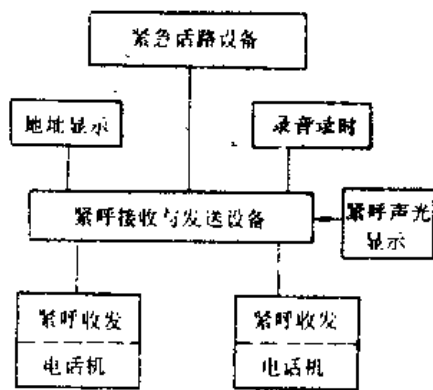


图1 报警通信的工作原理图

分类 自动交换调度机可分为机电式、程控式两大类。

机电式自动交换调度机 被调用户之间以及调度与被调用户之间话路控制与接续主要由电磁器件的机械动作来完成的自动交换调度机。目前均采用纵横制一种。这种调度机的优点是通话电路与控制电路分开，即所谓旁路接续间接控制方式。采用的接续设备是机电式中最先进的纵横接线器，而其中的控制设备主要由继电器组成。

纵横制自动交换调度机的工作原理（图2）。作为话路接续的纵横接线器，有若干条纵向导线与横向导

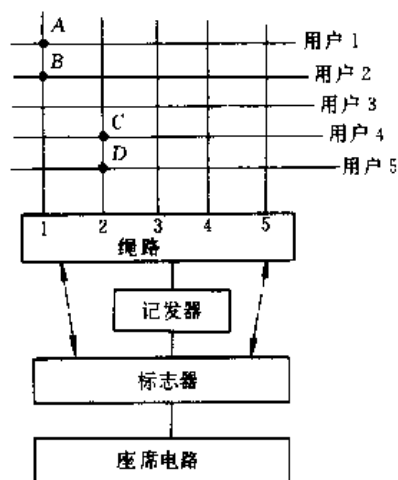


图2 纵横制自动交换调度机原理框图

线组成的交叉点，平时交叉点断开（图中只划了5条纵线和5条横线共25个交叉点）。如果横向接调度用户，纵向接绳路，那么任意两调度用户都可接到同一条绳路上以完成话路接续。例如：1用户与2用户可与1绳路连接（即A点与B点的闭合）而沟通话路，同样4用户与5用户亦可与2绳路连接（即C点与D点的闭合）而沟通话路。这些交叉点的开闭是受控制设备控制的，其接续过程如下：当主叫调度用户摘机，便立即启动标志器，标志器识别主叫号码后，就寻找一条空闲的绳路和一个空闲的记发器并控制接线器把相应的交叉点闭合，接通主叫，经绳路由记发器向主叫送拨号音，此时标志器复原，等待为下一个用户服务。主叫用户听到拨号音后就开始发被叫用户号码，它被记发器接收后启动标志器，标志器根据号码来选择被叫用户并测试其忙闲状态，此时记发器退出复原。若被叫用户空闲就占用并控制接线器动作，使相应的交叉点闭合，将连接主叫的绳路接到被叫，由绳路向被叫振铃，向主叫送回铃音，此时，标志器再次释放，被叫摘机应答，绳路停送振铃与送回音，被叫通话。通话期间，电话机的直流电源由绳路供给，通话完毕，双方挂机，绳路收到挂机信号后立即释放寻线并终结两级接线器的交叉点，使其复原。交换机的工作以纵横接线器和绳路设备构成交叉网络，而记发器和标志器构成交叉网络的控制设备。

座席电路是调度员的专用设备，也是调度指挥台的主要电路设备。其作用，一是根据调度员的操作指令向被调用户发振铃或紧呼等信号，也可接收被调用户发来的各种信号如呼入信号、紧呼信号以及其他检测信号，以便实现调度员与被调用户之间的优先通话或

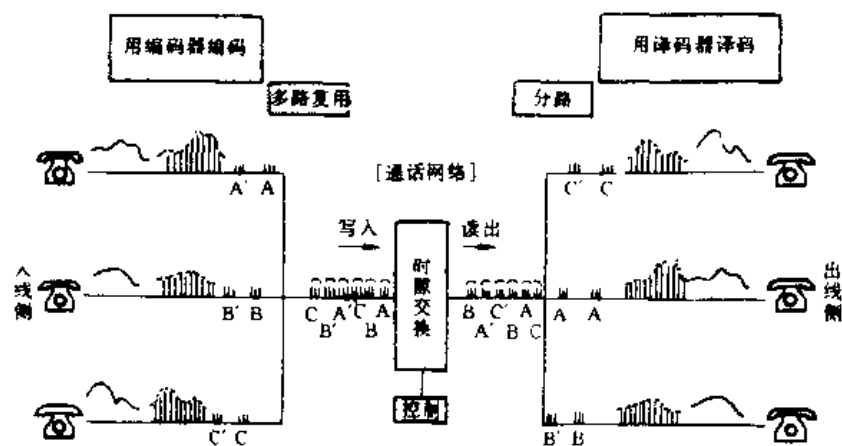


图3 时分交换方式示意图

正常通话。二是通过调度员的操作实现于预调度用户之间的横向通话,实现通播、控制录音录时以及其他职能,如传真业务、计算机通信、中继通信等。座席电路大多由电子线路与继电器组成,它们与记发器、标志器相配合,完成自动交换与调度指挥的各项动作。

机电式自动交换调度机的技术要素有用户线路参数、传输损耗、串音损耗、对地不平衡度、杂音、铃流、信号音、扩音指标、本安参数、紧呼信号的发送电平及稳定性、紧呼信号的接收灵敏度及响应时间。

程控式自动交换调度机 在预先存储的程序控制下,由计算机去完成各种交换控制和调度控制任务的全电子自动交换调度机。它模拟了人工交换调度机调度员的操作,同时又适应了纵横制自动交换调度机中集中控制的原理,以程序表的形式加以存储,然后由计算机根据此存储程序去控制通话和调度的全过程。从话路部分的工作原理看,又可分为空分程控和时分程控两类交换调度机。空分交换与纵横接线基本相同,不同的是空分式程控的交叉网络不是采用电磁式的纵横接线器而是无触点交叉矩阵网络,控制部分不是继电器而是计算机和一些电子电路。而时分数字程控交换调度机与空分式截然不同,它所交换的信号是数字信号(图3),输入的各路模拟话音经过取样和编码,变成了离散的数字信号“0”和“1”,在公共通话线路上按时间次序(称为时隙)依次排成 ABCA' B' C' 通过时隙交换后,输出序列可按需要变成 CABC' A' B' 或其他次序,再进行分路和译码,将各路数字信号还原成模拟信号送往受话端。在这里,公共通话线按时间划分成许多小单元,即时隙,供各电话用户通话使用,故称它为时分交换方式。不论是时分还是空分,其控制部分的核心是计算机系统。此系统不但要程序控

制话路接线,还要控制矿用调度台的各用户键和功能键,通过调度员与计算机对话,以便调度员履行其指挥职能。

目前程控调度通信局限于话音通信,容量较小(300线以内),所以多采用空分制。今后随着数字通信技术的发展,时分制程控自动交换调度机将成为矿井综合数据处理与交换的通信工具。

程控式自动交换调度机的技术要素有:

- (1) 用户线条件:与脉冲话机有关的用户信号标准、最大容许的回路电阻、用户线间电容和绝缘。
- (2) 传输指标:局内衰减、非线性失真、串音衰减、杂音、互调失真、对地不平衡度。
- (3) 信号发生器、信号接收器技术指标。
- (4) 铃流和信号音技术指标。
- (5) 本安参数。
- (6) 紧呼信号的发送电平及稳定性。
- (7) 紧呼信号的接收灵敏度及响应时间。

参考书目

伍健鼎等著,《矿区通信》,人民邮电出版社,1989。

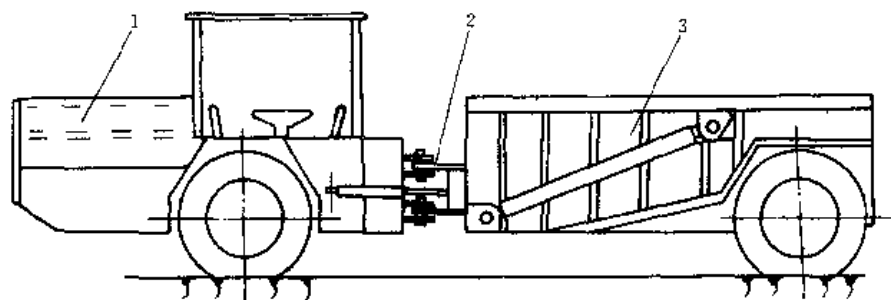
(何年春)

zixie yunshuche

自卸运输车 (dumper) 具有自动卸载功能的煤矿井下无轨自行运输设备。主要用于房柱、短壁开采工艺,配合连续采煤机和其它装载设备运送煤炭和在巷道掘进中运矸石,也可用于材料、设备辅助运输。它具有效率高、占用人员少、机动灵活等优点,适合于中长距离运输(见下页上图)。

分类 自卸运输车按动力分有防爆蓄电池和防爆柴油机两种;按卸载方式分有推卸式和倾卸式两种。倾卸式卸载结构简单,卸载高度较大;推卸式卸载结构复杂,卸载高度较小。

工作原理 自卸运输车由传动系统、制动系统、转向系统、电气系统、工作装置与机架等组成。采用铰接车架、四轮驱动、双向行驶、全液压力转向。前车为牵引车,安装动力和主传动装置,后车为承载车。驾驶室有:中间侧向布置、车前端侧向布置或双向布置等方式。重型车采用塑料或橡胶充填的实芯轮胎。车中还设有起动系统和自动灭火系统。大型防爆柴油机自卸运输车采用液力机械传动,中型运输车采用全液压传动



自卸运输车

1—牵引车；2—铰接部；3—承载车

或液压机械传动,小型运输车采用机械传动。机械传动和液力传动车的制动方式相同(见支架运输车、铲运车)。

倾卸式卸载的承载车车箱由液压油缸顶起,将物料卸下,一般用于固定场地卸载。推卸式卸载的承载车车箱有3种形式:①车箱内有一个推板,由液压油缸推动推板将物料推下。②车箱分两节,可以伸缩,内有推板,当伸缩油缸将前车箱推到后车箱上后,推卸油缸再推动推板将物料卸下。③车箱分两节,当伸缩油缸将前车箱推到后车箱上后,再由翻卸油缸将物料卸下。推卸式卸载高度小,适合于任何场地卸载。

简史 美国是主要研究和使用自卸运输车的国家,英国、法国、德国也相继研制和使用这种车辆。目前防爆蓄电池自卸运输车最大载重为12t,防爆柴油机自卸运输车最大载重达20t。随着大型矿井的发展,自卸运输车向大运载量发展。中国于1993年生产出载重3t和2t的以防爆柴油机为动力的倾卸式自卸运输车。

(王喜安)

zucheqi

阻车器 (car stop) 装在轨道侧旁或罐笼翻车机内,使矿车停车、定位或限速的装置(见右图)。

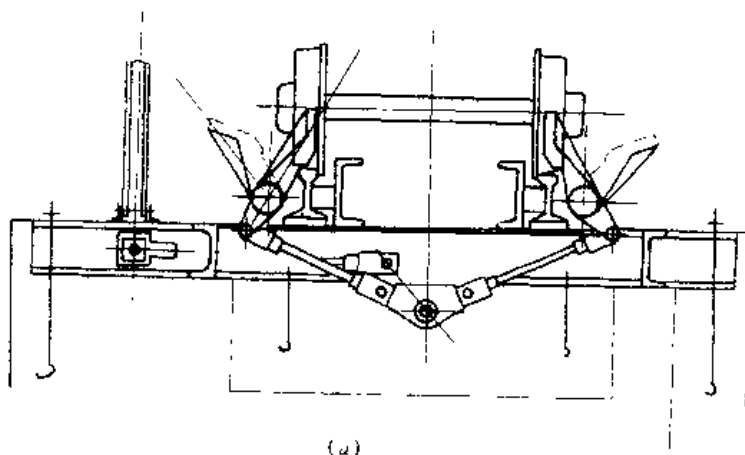
基本结构 通常由阻爪、连杆、缓冲件、压板护轨、支架和操作机构组成。阻爪在挡车时必须具有自锁作用,不得自行打开;缓冲装置可减小运动着的矿车受挡时的冲击及跳动,压板

护轨用于防止矿车跳动过大时掉道。

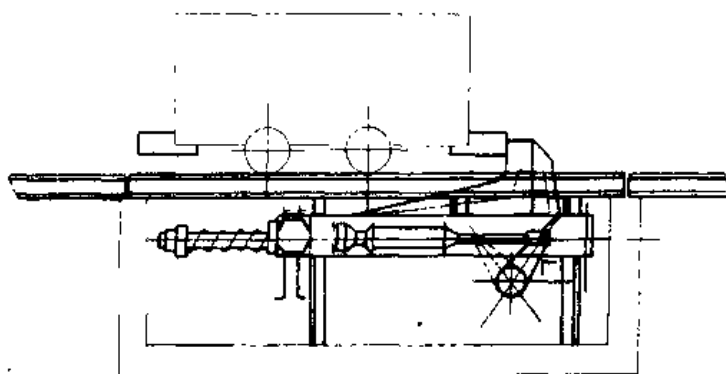
分类 阻车器常用的有单式单道阻车器、复式单道阻车器、罐笼内阻车器、翻车机阻车器、逆止阻车器、压轮阻车器和线路限速器等。

单(复)式单道阻车器 单式单道阻车器为在单股道上安设的单台阻车器。复式单道阻车器一般为两台单式阻车器前后串联组成,前后阻爪由操作机构连锁开闭。单(复)式单道阻车器在煤矿上使用极为普遍。

单(复)式单道阻车器按轨距有600mm和900mm两类;按操作件有手动、气(液)动、电动、电液动之分,如与推车机配套使用时为机械联动;按阻车方式有阻矿车挡板、阻矿车车轴和阻矿车碰头等3种型式。



(a)



(b)

阻车器

a—阻车轮阻车器；b—阻碰头阻车器

罐笼内阻车器 在罐笼底板轨道上设置的阻车装置,用以对矿车定位。为适应上下井口矿车进出方向,罐笼内阻车器有异侧进出车、同侧进出车及异同侧均可进出3种形式。异侧阻车器一般使用较为简单的轨道滑块及凹槽结构。同侧和异同侧一般均由阻爪及相关附件组成,可为机械联动或气(液)动操作。罐笼内阻车器主要根据罐笼结构(包括导向罐道型式等)配套选用。

翻车机阻车器 用以确保矿车在翻车机内和翻车机前后准确定位的装置,是翻车机的固定组成部分。单车摘钩翻车机在机内、机外设置,不摘钩翻车机在翻车机前后设置,其阻爪均由翻车机翻转及矿车运行通过有关连杆机构连锁开闭。

逆止阻车器 防止矿车逆行的装置。矿车向前运行时可压下阻爪通过;向后运行时,则被抬起的阻爪阻住。这种阻车器若需要逆行时,可由人工压下阻爪。结构简单,阻车力小,也称为简易阻车器或磕头式阻车器。

压轮阻车器 用于罐笼井井口运行系统限速阻车的装置。由气缸、压轮器和阻车器三大部分组成。当矿车沿下坡道快速滑入压轮器时,压板橡胶弹簧作用,车轮受压减速运行,直至停止。气缸进气抬起压板同时钩式阻板下落,矿车即可滑出。

线路限速器 用于轨道线路直段或弯道段坡度过大需限速的装置。有车轮踏面限速和车轮端面限速两种。

(王荣相)

zuran shusongdai

阻燃输送带 (fire retardant conveyor belt)

用于带式输送机的具有阻燃与抗静电性能的牵引和承载件。其特点是不易自燃或蔓延燃烧,离开火源即能自熄,主要用于有瓦斯、煤尘爆炸危险的煤矿井下。

选用材料 阻燃输送带一般选用氯丁胶类材料与聚氯乙烯类材料。在输送带生产过程中须加入一定数量的阻燃剂与抗静电剂,阻燃剂可抑止输送带的燃烧过程,减少毒气产生,使其离火源即能自熄,分为有机与无机阻燃剂两类。常用有机阻燃剂主要有含卤素、含磷与含溴类阻燃剂,如:氯化石蜡、十溴二苯醚、含磷酸酯的阻燃增塑剂等。常用的无机阻燃剂主要有三氧化锑、氢氧化铝、硼酸锌等。抗静电剂可防止和消除橡胶、塑料、纤维等高分子材料表面静电的集聚,并能很快使其导出。常用为导电炭黑,塑料输送带常用抗静电剂有阳离子型、非离子型与盐类型抗静电剂。加入阻燃剂与抗静电剂后,输送带机械物理性能会下降,因而加

入量要适当。阻燃输送带必须符合酒精喷灯燃烧试验、滚筒摩擦试验、丙烷燃烧器燃烧试验和导电性能试验等所规定的技术指标,方可在煤矿井下使用。

分类 按输送带材料可分为阻燃橡胶输送带与阻燃塑料输送带两类。阻燃橡胶输送带与传动滚筒之间摩擦系数要比在相同工况条件下的阻燃塑料输送带约大75%左右。

按带芯可分为阻燃分层输送带、阻燃整芯输送带、阻燃钢丝绳芯输送带以及阻燃钢绳牵引输送带四类。阻燃钢丝绳芯输送带属高强度输送带,其扯断强度目前最高已达6000N/mm,4000N/mm以下的已普遍使用。它伸长率小,一般约为0.1%~0.15%,主要用在长距离强力带式输送机上。阻燃分层与整芯输送带属低强度输送带,其扯断强度目前最高仅为2625N/mm。它的伸长率较大,约为1.5%~2%,主要用于可伸缩带式输送机与短距离带式输送机。中国普遍使用的是扯断强度为1400N/mm以下的阻燃整芯输送带。阻燃钢绳牵引输送带仅起承载作用,对输送带基本上无强度要求。

按输送带表面形状可分为阻燃平面输送带与阻燃特殊形状输送带两类。阻燃特殊形状输送带的输送倾角一般都超过+25°,最大可达+90°;阻燃平面输送带的输送倾角一般不超过+18°。

基本结构 阻燃输送带由带芯与包在带芯四周的覆盖面组成。带芯是输送带主体,承受输送带的张力。常用带芯有分层帘布带芯、整体编织带芯、钢丝绳带芯等三种:①分层帘布带芯由多层纯棉或化纤帘布,分别涂抹阻燃胶浆,经硫化或塑化处理,迭合粘结而成。②整体编织带芯由化纤长丝和棉线交织成一、二层以上的整体织带,化纤长丝是织带中的受力线,棉线则交织复盖其上,以保护受力线。将织好的织带在聚氯乙烯增塑糊中浸透后,挤掉多余的胶浆,经加热、保温达到完全塑化即成为整体编织带芯。③钢丝绳带芯由若干根等距离纵向排列的高强度钢绳组成,在绳间填入易于与钢绳粘结的耐磨橡胶,经加温加压而成。钢绳由高强度钢丝顺绕制成,中间有软钢芯。覆盖面材料为耐磨阻燃橡胶与聚氯乙烯塑料,承载覆盖面厚度为2~6mm,支承覆盖面为1~3mm。覆盖面与带芯要有很好的粘结牢度,且应耐磨、耐砸、耐热并具有一定的摩擦系数。

联接方式 阻燃输送带成品是成段的,每段限于一定长度(一般为100m),须以一定方式逐段联接成一个无极整体才能使用,联接处即为输送带接头。按不同联接方式可分为机械接头和胶合接头两种。胶合接头根据接头胶合的温度又有热胶接头与冷胶接头两种。也可根据输送带材料来分,橡胶输送带热胶接头称为



硫化接头, 塑料输送带热胶接头称为塑化接头。

机械接头 用机械联接方式将两段输送带的端部联接起来。其安装简便, 输送带可随时装拆, 但接头强度低。好的机械接头可达输送带强度的 75%, 差的只能达 40%~50%, 且接头处成槽性差。机械接头有钩卡式、钉扣式、合页式、板卡式与搭头铆接式等。机械接头只能用于阻燃分层与整芯输送带的联接。在所有形式的机械接头中以钉扣式机械接头的强度最高。煤炭行业中以钩卡式与钉扣式两种应用最广。

硫化接头 适用于分层帘布带芯与钢丝绳带芯的橡胶输送带之间的联接。将输送带接头部位的带芯与覆盖面, 按一定的形式和工艺对接起来, 在接合面上涂上阻燃胶浆, 使其粘着。然后将接头放入硫化器内, 在一定压力、温度条件下加热一定时间, 使接头获得最佳的粘着强度。硫化接头的强度可达输送带的 90%, 对于高强度钢丝绳芯输送带的硫化接头须用 X 射线作质量检查。阻燃钢丝绳芯输送带只能用硫化接头来联接。阻燃分层橡胶输送带用硫化接头或机械接头都可联接。

塑化接头 适用于整体编织带芯的阻燃塑料输送带。其制作过程工艺流程和硫化接头基本相似, 只是具体参数不同。其强度可达输送带强度的 75%~80%。

冷胶接头 适用于橡胶输送带。其制作过程工艺流程和硫化接头基本相似, 只是接头硫化不用加热, 而是在常温下施加一定压力并保持一定时间 (根据环境温度而定), 使阻燃胶料与接头处接合面自然固化。其强度略低于硫化接头。冷胶接头因不需热源, 设备与操

作简单, 劳动强度低。冷胶用的胶料为有毒物质, 操作时需戴防护手套与口罩并站在上风向, 以防中毒。

简史与发展趋势 50 年代初, 英国开始研制阻燃整芯塑料 (PVC) 输送带, 至 1957 年已大量用于煤矿井下。随后美、德等国开始生产阻燃整芯橡胶带, 日本生产了阻燃分层与整芯橡胶 (或塑料) 输送带。中国 70 年代初开始使用引进的阻燃整芯塑料带, 80 年代初开始研制各类阻燃输送带, 现已形成了强度 1400N/mm 以下的阻燃整芯塑料 (PVC) 输送带的系列产品, 在煤矿井下大量使用。阻燃输送带发展趋势: ①提高安全性能, 杜绝事故发生。②在相同强度要求下尽量减少输送带厚度, 以减少驱动功率与滚筒直径。③增加阻燃输送带耐磨性, 以延长使用寿命。④提高阻燃塑料输送带与传动滚筒之间的摩擦系数, 以加大输送能力与输送长度。⑤减少阻燃塑料输送带的伸长率, 以保证输送机正常运行与减少张紧装置的行程。

(曹时荣)

zuan ju

钻具 (drilling tools) 钻孔施工所使用的孔内各种机具及小型地面机具的总称。主要指凿岩机的钻头、钎杆和钻机的钻头、钻杆等。

钎头 安装在钎杆前端, 以冲击回转方式钻凿岩孔的刀具。分为片状合金钎头和柱齿合金钎头两类。

片状合金钎头 以硬质合金为材料呈片状的钎头。按结构有一字型、三刃型、十字型和 X 型等多种型式 (图 1)。

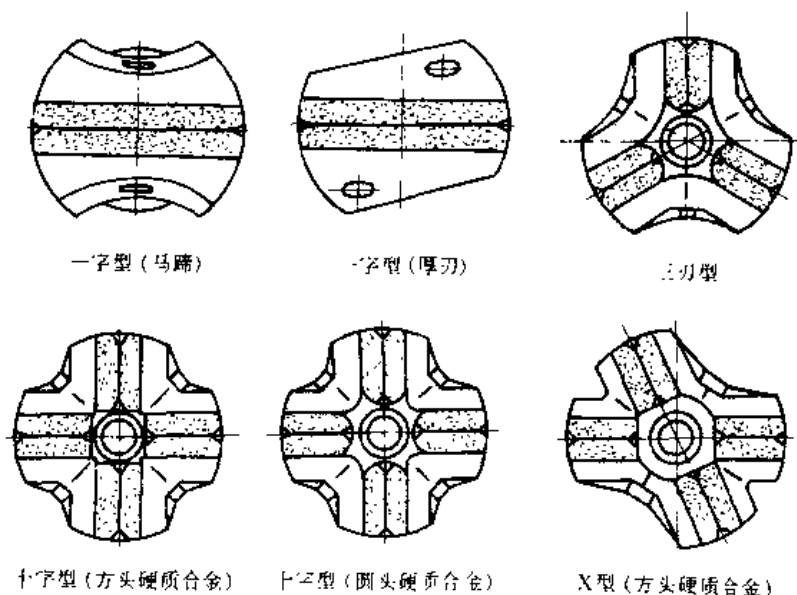


图 1 片状合金钎头



一字型钎头又分马蹄型和厚刃型,其结构简单,常用于凿小直径岩孔;十字型钎头修磨方便,钎头直径32~64mm;X型钎头一般用来凿直径大于64mm的岩孔,直径最大可达102mm。钎头的刃数越多,刃口单位刃长的冲击功率越小。液压凿岩机因冲击功率较大,要求钎头具有较长的总刃长,以保证单位刃长在最大冲击功时不致造成硬质合金片碎裂。片状合金钎头都将带楔形刃的片状合金刀片焊至钎头体上。小直径钎头均采用锥体孔与钎杆连接,锥孔锥角为7°。大直径(大于45mm)钎头则采用螺纹连接,通常为波形螺纹、锯齿形螺纹和梯形螺纹。钎头选用强度和韧性较高、易切削、淬透性佳的中碳合金钢制造。

柱齿合金钎头 齿冠形状有半球形、锥形和楔形三种,与钎杆配套使用。32~45mm的小直径柱齿合金钎头为4齿、5齿、6齿和7齿。大直径的柱齿合金钎头则采用多于7齿的多齿型钎头。钎头上柱齿的数量及其布置应使冲击能量在岩孔底均匀分布,破碎单位体积岩石的功耗最低,并保证柱齿受力好和磨损均衡。柱齿合金钎头(图2)。

柱齿合金钎头的端面形状有平面、圆弧、中间凸出和中间凹陷等多种,常用的是平面和圆弧两种。边齿的齿径稍大于中齿。固齿工艺为过盈固齿或钎焊固齿。过盈固齿是依靠精确控制齿孔与柱齿之间的配合过盈量,引起钎头体孔壁变形而产生抱紧力,其固齿质量好。它要求柱齿周围的钢体较厚,钎头体须经过严格的热处理。钎焊固齿是通过感应钎焊把合金柱齿与钎头体焊为一体。与片状合金钎头比较,柱齿合金钎头在孔底与岩石的接触面积较大,且较耐磨,钻进速度可提高10%~20%,但柱齿合金钎头缩径较快,钻出的孔偏斜程度稍大,修磨费用较高。

钎杆 连接凿岩机与钎头,或一端直接制成钎头状,向钎头传递动力并随同钎头进入钻孔的杆状空心构件。凿孔时,钎杆承受轴向载荷、扭转载荷和压杆产生的弯曲载荷。钎杆有分体钎杆和整体钎杆两类。

分体钎杆 钎头、钎杆可以拆卸的钎杆。有分体整



图3 分体整钎杆

1—钎尾; 2—钎肩; 3—杆体; 4—钎锥

钎杆和接杆钎杆两种。

(一) **分体整钎杆** 其钎尾与杆体是不可拆卸的整体,常采用对边尺寸为22、25或32mm的六角中空钎钢制造。与钎头的连接方式为锥体或波形、锯齿形、梯形螺纹。锥体连接适用于手持式和支腿式凿岩机;螺纹连接适用于导轨式凿岩机。钎尾直接插入凿岩机钎尾套,钎尾长度有108和159mm两种。前者用于杆体六角对边为22和25mm的钎杆,后者用于杆体六角对边为25和32mm的钎杆(图3)。

(2) **接杆钎杆** 又称“中继钎杆”。一端与钎头连接,另一端经连接套与钎杆或凿岩机连接,适用导轨式凿岩机凿深孔。两端均为波形、锯齿形或梯形螺纹。采用六角形或圆形中空钎钢制造,其螺纹部位经热处理,具有足够的抗疲劳强度和较硬的耐磨表面。

整体钎杆 钎头、杆体和钎尾三部分为不可拆卸的整体,常采用对边尺寸为19、22或25mm的六角中空钎钢制造,一端锻出钎尾,另一端锻出钎头。其钎头

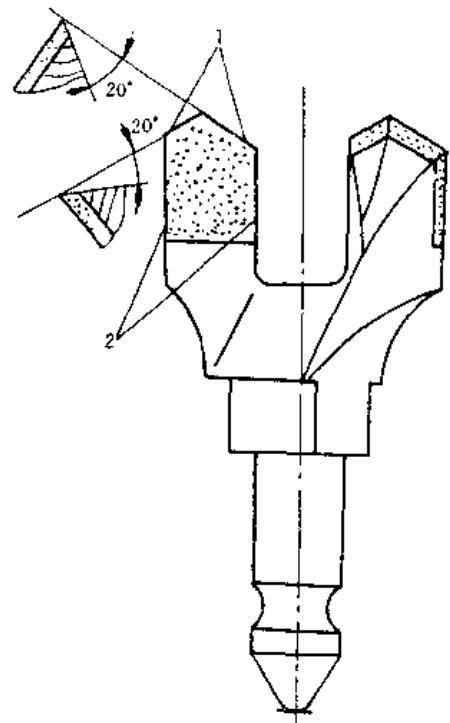


图4 非对称干式煤钻头

1—主切削刃; 2—副切削刃

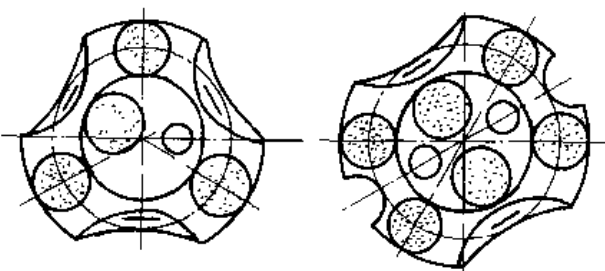


图2 柱齿合金钎头

部分一般为一字形或十字形, 有的还镶焊硬质合金和锻成其他形状。整体钎杆适用于凿小直径孔 (一般 $<43\text{mm}$)。它不存在钎头脱落问题, 冲击能量传递损失小, 退钎容易, 但修磨时搬运工作量较大。

钻头 安装在钻杆前端, 回转破碎煤和岩石的刀具。用于煤电钻、岩石电钻、锚杆钻孔机, 在煤层和岩层中钻孔。分煤钻头和岩石钻头两类。

煤钻头 有干式煤钻头和湿式煤钻头两种, 均为二翼式钻头, 与煤钻杆配套使用。钻头直径为 $38\sim42\text{mm}$, 钻头体采用中碳钢制造, 并在钻体两翼镶焊成对的硬质合金刀片。

煤钻头切削刃的布置可以是对称式, 也可以是非对称式, 以后者居多 (见上页图 4)。对称式其二翼切削刃及位置相同, 非对称式其二翼切削刃及位置均不相同。两翼切削刃口从孔底切削煤层和修整孔壁, 两翼之间的残留煤通过钻进过程中钻头产生的振动而破碎。前角通常取 $0^\circ\sim5^\circ$, 后角 $15^\circ\sim25^\circ$ 。煤钻头底部的扁方插口插入钻杆端部的凹槽并用轴销固定以传递扭矩。湿式煤钻头是在干式煤钻头的连接插口上加工引水槽, 使压力水从钻杆水孔流经钻头引水槽喷射至孔底。

岩石钻头 有外排屑式和内排屑式两种, 均可采

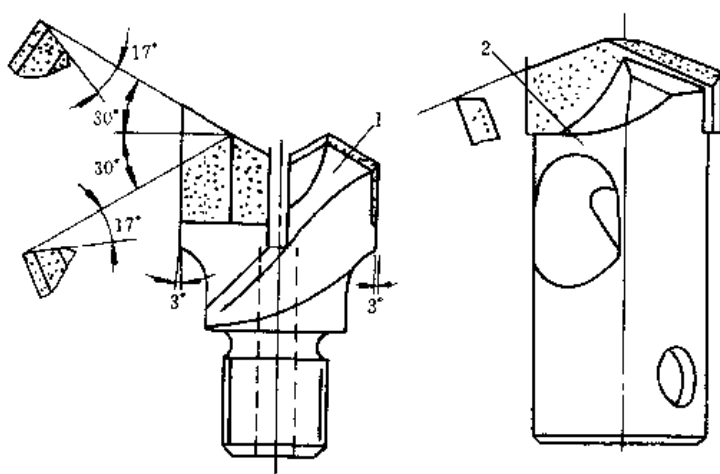


图 5 二翼式岩石钻头

1—外排屑式湿式钻头; 2—内排屑式钻头

用干式或湿式排屑。按结构可分为二翼式、三翼式或多翼式, 以二翼式居多, 与六角中空钢岩石钻杆配套使用, 钻头直径为 $27\sim43\text{mm}$ 。钻头体采用中碳合金钢制造, 经热处理后硬度为 $\text{HRC}30\sim42$ 。钻头体每一翼镶焊硬质合金刀片。其切削原理与煤电钻钻头相同。前角通常取 $-5^\circ\sim0^\circ$, 后角为 $10^\circ\sim20^\circ$ 。钻头与钻杆均采用螺纹连接 (图 5)。外排屑式湿式钻头的压力水流经钻

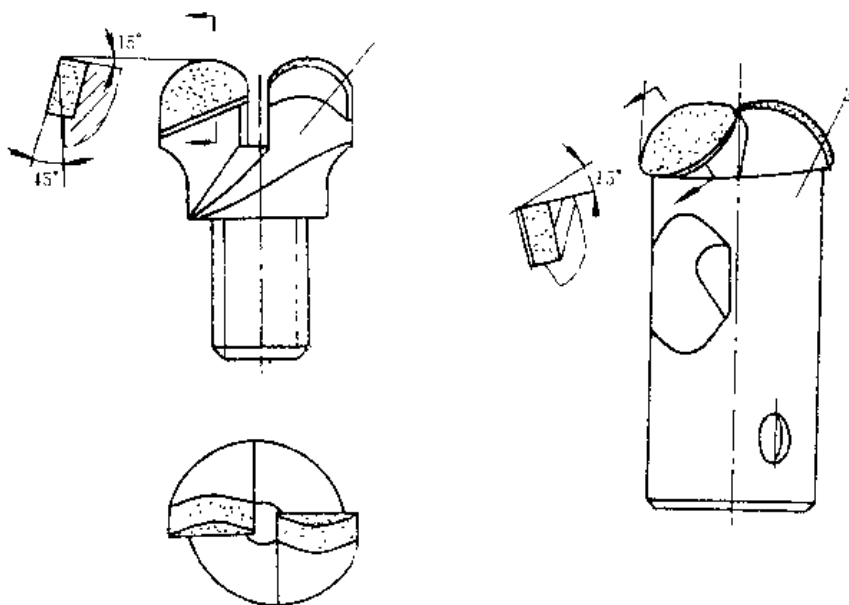


图 6 二翼式聚晶金刚石复合片钻头

1—外排屑式; 2—内排屑式

杆中空孔从钻头体中心孔中喷出,冲洗岩孔,将岩屑经钻头外壁排出。内排屑式钻头是利用负压吸尘装置,使孔底岩屑进入钻头内腔经钻杆中空孔吸出。

人造金刚石复合片钻头是一种新型的岩石钻头,其使用寿命长,能钻硬岩,结构与普通岩石钻头相似,以人造金刚石聚晶薄片取代硬质合金刀片,刃口多为圆弧形,镶嵌在钻头体上。此类钻头的切削刃采用较大的负前角,通常为 $-10^{\circ}\sim 20^{\circ}$ (见上页图6)。

人造金刚石复合片是用高温、高压技术,将细粒人造金刚石单晶,二次合成为 $0.3\sim 0.8\text{mm}$ 厚的人造金刚石聚晶薄片,焊接在硬质合金(碳化钨)基底组成,或经高温、高压将细粒金刚石单体与硬质合金基体直接粘结在一起制成。

钻杆 向钻头传递动力,随同钻头进入钻孔的金属杆状或管状构件。它与钻头配套,用于煤电钻、岩石电钻、锚杆钻孔机,在煤层和岩层中钻孔,分煤钻杆和岩石钻杆两类。

煤钻杆 有干式和湿式两种,均为螺旋钻杆,与煤钻头配套使用(图7)。其螺旋部位的断面形状是菱形或透平形,外径为 38mm ,导程为 90mm ,长度 $1.2\sim$

1.8m 。钻杆端部有凹槽及轴销孔,用于与煤钻头连接,尾部插入煤(岩石)电钻的主轴孔内。钻杆材料采用中碳或中碳合金钢制造。煤钻杆均经热处理以提高耐磨性。湿式煤钻杆有贯穿全长的中空孔,压力水可从此孔经钻头引水槽喷射至孔底,以降尘及冷却钻头。干式、湿式钻杆的外径断面、导程等均相同。

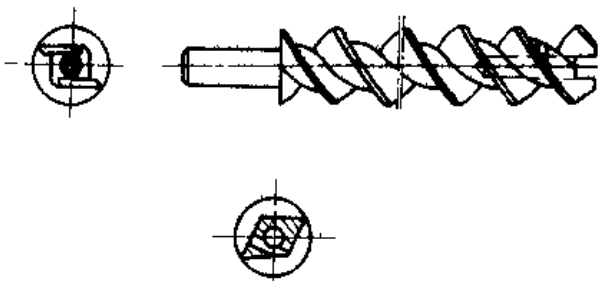


图7 干式煤钻杆

岩石钻杆 有外排屑式和内排屑式两种,与岩石钻头配套使用(图8)。

外排屑式钻杆是通过钻杆中空孔及钻头将压力水

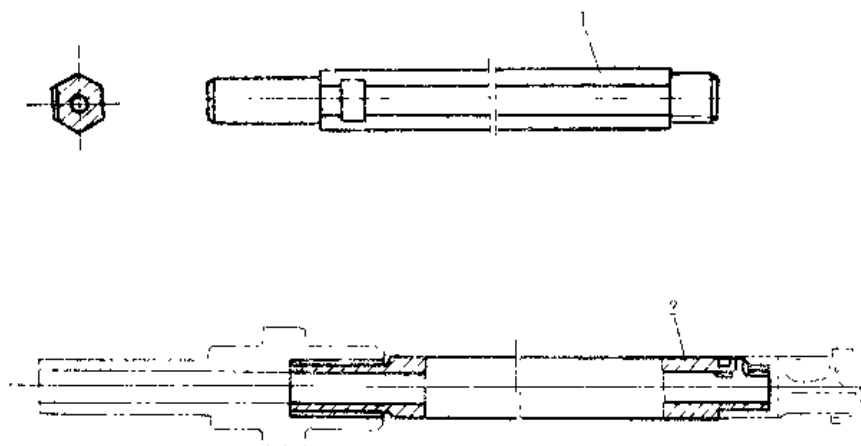


图8 岩石钻杆

1—外排屑式钻杆; 2—内排屑式钻杆

冲至孔底,使钻屑沿钻杆外侧排出。钻杆端部与岩石钻头采用螺纹连接,尾部插入岩石电钻主轴六角孔内。外排屑式钻杆一般由六角中空钢制造,并经热处理以提高表面耐磨性和抗弯能力。内排屑式钻杆是利用负压吸尘装置,将岩屑吸入钻头内腔并通过钻杆内孔排出。它为管状零件,端部与钻头连接处采用六方配合并用弹簧片定位,尾部与专用连接套端部的螺纹孔连接,此连接套的另一端插入岩石电钻主轴六角孔内。

(戴元杰)

zuantan shebei

钻探设备 (drilling equipment) (见地质·测量卷)。

zuanxiaoshi caimeiji

钻削式采煤机 (trepanner) 以钻削头为主要工作机构的采煤机。用于开采缓斜长壁薄煤层,适用于截割硬煤,具有出煤块度大、产生粉尘少等优点,但机身长、结构复杂、调高范围小和不能自开切口。

基本结构 由截割部、行走部、电动机和辅助装置组成。截割部包括工作机构及其机械传动装置。行走部包括行走机构、调速系统和机械传动装置。

钻削头是主要工作机构，分为单环形和多环形两种。单环形钻削头的环形体端头焊有呈不同倾角的齿座，并装有截齿，钻削头转动时截齿在煤体上截割出一定宽度的环形截槽。当截槽达到一定深度，安装在环形体内壁和底部的截齿将环形截槽内的柱状煤破碎成块状，煤块从环形体两侧的装煤口抛向工作面输送机。由于钻削头的直径是固定的，不能适应采高的变化，以及四角的弧形煤需要清除，因此，常常辅以顶截盘、底截盘、立截盘等辅助工作机构。顶截盘可升降，立截盘可摆动以适应采高的变化。多环形钻削头有同心多环和不同心多环两种。同心多环钻削头的结构与单环形类似，只是外环形成的柱状煤通过内环的截齿破碎。不同心多环钻削头的截齿在钻削头上按径向布置。相邻两钻削头的工作区域有一部分是重叠的，上下弧形煤由辅助工作机构削平。装煤机构是一条装有装煤刮板的闭合铰接链，它一般兼有辅助工作机构的功能。机械传动装置按钻削头和辅助工作机构所要求的截割速度和运动方向传递电动机的动力，一般都采用齿轮传动，不能变速。行走机构过去用链牵引，现代采用无链牵引。调速系统一般采用液压传动，使牵引速度能够在工作中调节。机械传动装置根据所要求的牵引速度和运动方向传递动力，一般都采用齿轮传动。电动机为箱形结构，两端出轴，分别驱动截割部和行走部，并用连接螺栓把三者固定成一体。现代单环形钻削式采煤机的电动机功率为 200kW，最大牵引速度 7.3m/min，牵引力 300kN。

简史 单环形钻削式采煤机于 20 世纪 50 年代初出现于英国，由于其本身的缺点，始终没有获得大面积推广。多环形钻削式采煤机在美国和前苏联都曾研制和使用过，现已淘汰。

(李昌熙)

zuanzhuangji

钻装机 (drill jumbo loader) 集凿孔和装岩作业于一体的机械。适用于煤矿中小断面的平巷掘进中钻凿炮孔、锚杆孔及装岩作业。

简史 20 世纪 70 年代，法、苏、英、德等国家先后在几种装岩机上装上液压钻臂，使之具有凿孔、装岩、辅助支护等功能，实现了一机多能。早期的钻装机上安设的是气动凿岩机，80 年代，液压凿岩机用到钻装机上，由于其凿岩速度快，一般只需 1~2 个钻臂。1985 年，中国研制成功钻装机。

分类 按装载方式分为耙斗式、侧卸式、后卸式、扒爪式四种；按工作臂杆安装形式分为固定式和可拆卸式两种。

耙斗式钻装机 由耙斗装载(装岩)机构与钻臂组成(图 1)。机身前端两侧装有液压钻臂，钻臂装有可伸缩推进器，并配备轻型或中型导轨式液压凿岩机，可以凿约 2~2.5m 深的炮孔和 1.6m 深的锚杆孔。机身中间装有工作大臂，其前端设有耙斗工作机构的尾轮。大臂可以左右水平摆动，使耙斗能抓取巷道迎头各处的岩石。机身后端中间装有刮板输送机，岩石由耙斗扒到该输送机上，转运到机尾卸载。钻装机行走机构采用轨轮或履带。耙斗式钻装机具有结构简易，适用范围广，装岩时机身固定不需往返行走，耙装距离短，装岩

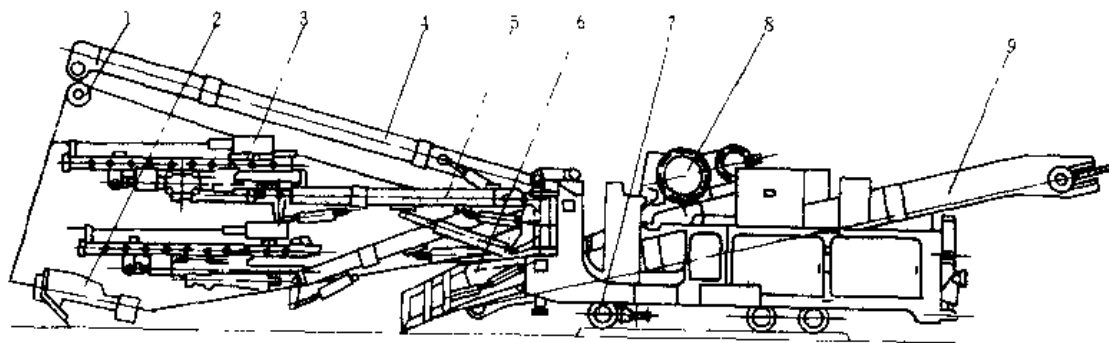


图 1 耙斗式钻装机

1—尾轮；2—耙斗；3—凿岩机；4—工作大臂；5—钻臂；
6—进料斗；7—行走机构；8—绞车；9—刮板输送机

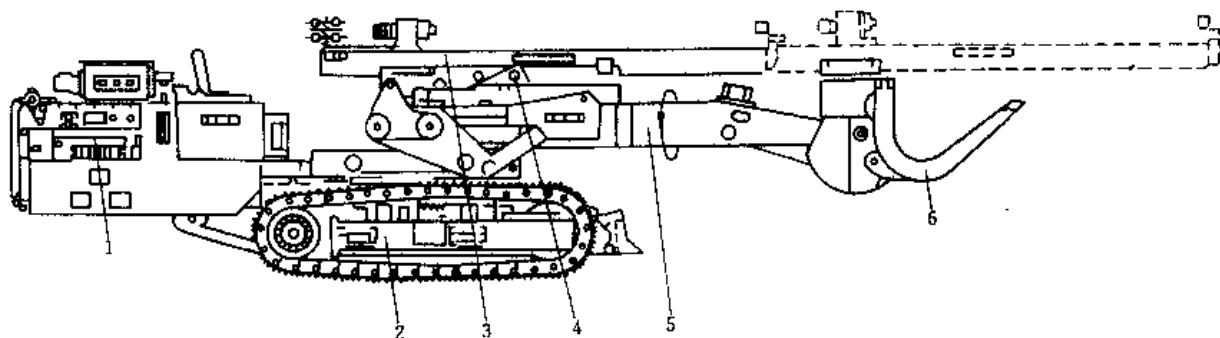


图2 侧卸式铲斗钻装机

1—动力源；2—履带行走机构；3—推进器；4—托架；5—臂杆；6—铲斗

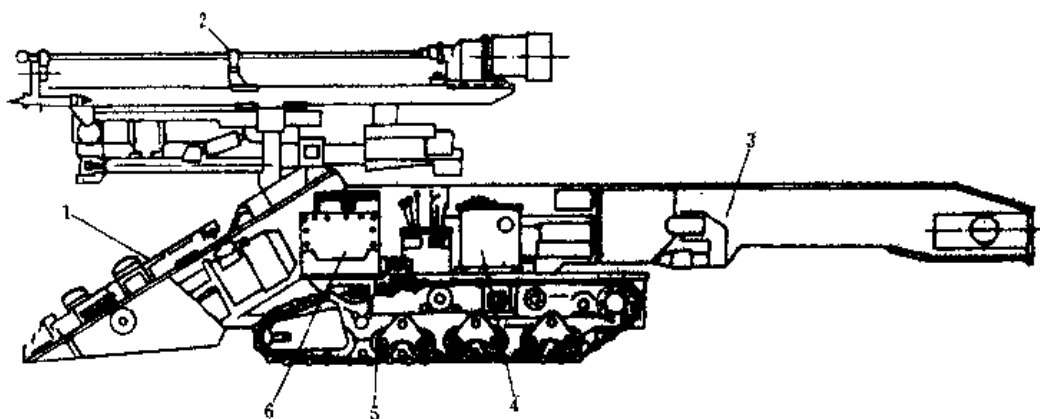


图3 扒爪式钻装机

1—扒爪装岩机构；2—钻臂；3—转载输送机；4—动力源；5—履带行走机构；6—电控箱

效率高等优点。

侧卸式钻装机 由侧卸式装载(装岩)机构与钻臂组成(图2)。机架上装有一个可伸缩的臂杆,臂杆前端装有一可拆卸的铲斗。在臂杆右后侧有一托架,上装有推进器和导轨式液压凿岩机。凿孔时,先将铲斗卸下,推进器在液压缸的推动下,从停放位置移到臂杆的连接框架上,并用销轴固定。推进器能满足约2.5m深的炮孔和1.6m深的锚杆孔的推进。装岩时,将推进器从臂杆退回到托架上,然后装上铲斗,即可进行装岩作业。采用履带行走,装载宽度不受限制。侧卸式铲斗钻装机稳定性好,完成铲装、卸载的循环作业时间短,装载效率高,外形尺寸小。

后卸式钻装机 由后卸式装载(装岩)机构与钻臂组成。在铲斗装岩机上,装有可快速拆卸的钻架,架上设有2~4个轻型钻臂,配备轻型导轨式凿岩机。装岩

时,将钻架拆下,用单轨吊悬挂在巷道的后方,利用铲斗装岩。凿孔时把钻架固定在机身前端即可进行凿孔作业。行走采用轨轮机构。为了悬挂钻架,在巷道顶部需设置单轨吊。由于装拆频繁影响循环作业时间,因此这种机型已很少采用。

扒爪式钻装机 由扒爪式装载机构与钻臂组成(图3)。在扒爪式装岩机机身上装有1~2个钻臂,配备导轨式液压凿岩机。凿孔时,将受料槽降下,紧贴在巷道底板上,以保持机器的稳定性,然后把臂杆伸出即可凿孔。装岩时,将钻臂折叠收回,把铲板插入岩石堆,左右两扒爪交替地把岩石扒入转载机,再卸入矿车运走。行走采用履带机构。扒爪式钻装机可实现连续装载,其装载效率高,但外形尺寸较大。

(接愚一)



10kV gongdian

10kV 供电 (10kV power supply) 工矿企业中以额定电压 10kV 直接作为工矿企业配电电压的供电系统。10kV 供电已在煤矿井下及其他工矿企业中推广应用,取得了节约电力等显著的经济效益。

中小型煤矿 10kV 直接下井供电 按中国《煤矿安全规程》1986 年版规定,井下供电电压不应超过 7000V。但电力部门对城市工矿企业及农业排灌的供电电压为 10kV。现在大部分 10kV 供电的中小型煤矿,不得不在地面设置 10/6kV 变电站。取消 10/6kV 变压环节,10kV 直接下井供电,可节约投资和电耗,并能提高供电系统可靠性。1971 年中国第一座采用 10kV 直接下井供电的焦作焦东矿投入运行(图 1)。

1988 年研制完成 10kV 成套设备。使用成套 10kV 电气设备的焦东矿供电系统如下页图 2 所示。

大型煤矿 10kV 直接下井供电 随着井下采掘运机械化的发展,一个年产 300~600 万 t 的大型煤矿,井下电气设备容量达 16000~32000kW,井下输电距离平均达 2.5~3km,仍用 6kV 供电已经不能满足生产要求。下井供电电压提高到 10kV,电网输送能力约为 6kV 3 倍,减少设置在风井的 35/6kV 变电站,节约

投资和电耗,并可提高供电可靠性。1990 年中国焦作矿务局九里山矿第一个用于大型煤矿的 10kV 供电系统投入运行(见下页图 3)。世界先进的产煤国家也是在发展采掘机械化及扩大井型的同时,提高下井供电电压。1979 年 9 月联邦德国奥斯特菲尔德(Osterfeld)矿 10kV 下井供电投入运行,1986 年 12 月与 1990 年英国曲莱顿(Treeton)矿和法国普洛旺斯(Provence)矿 10kV 下井供电相继投入运行。

地面工矿企业 10kV 供电 10kV 供电不仅适用于煤矿,并在选煤厂、钢厂、自来水厂、水泥厂、制氧厂、化肥厂、铝厂等企业推广使用 10kV 供电,据统计,中国在这些企业中使用的各类 10kV 电动机总容量达 400MW。

随着生产技术的发展,工矿企业中采用 10kV 代替 6kV 供电是今后发展方向。

经济效益 (1) 中小型煤矿采用 10kV 直接下井供电,可取消地面 10/6kV 变压环节,节约变压器、高压开关等设备和减少变电站建筑面积等费用。平均每个矿井可节约 30 万元,年节电 30 万 kWh。

(2) 大型矿井采用 10kV 下井供电,其经济效益按井型、机械化程度不同有所区别。奥斯特菲尔德矿日产万吨,采用 10kV 供电可节约 36.8 万马克(包括设备

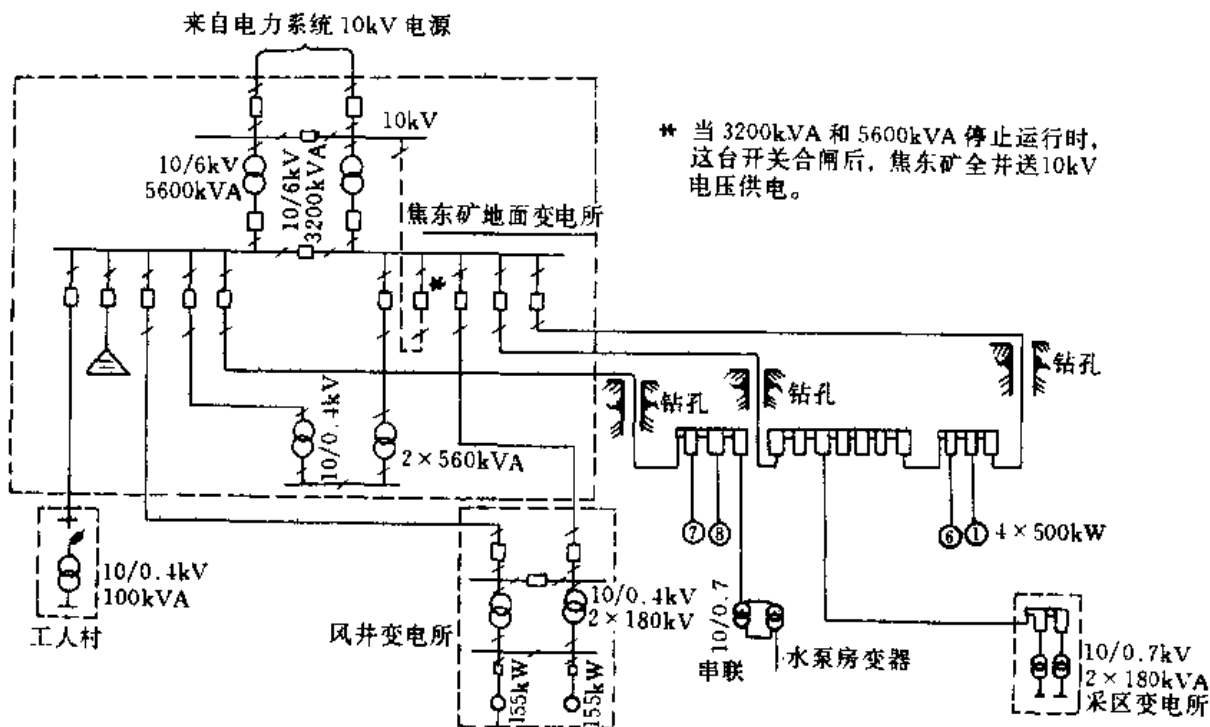


图 1 1971 年焦作焦东矿 10kV 供电系统

折旧和电力消耗)。联邦德国为中国设计的开滦东欢坨矿, 年产 400 万 t, 采用 10kV 供电, 可节约投资 168.1 万马克, 年节约 300 万 kWh。淮南顾桥矿, 设计能力 500 万 t/年, 设计采用井下 10kV 供电后, 与原 6kV 相比: 节省投资 344 万元, 年节电 55 万 kW·h, 年节约运行费 34 万元。

(3) 地面工矿企业采用 10kV 供电。自 80 年代中期开始, 已在其他企业推广应用 10kV 直接供电, 则可节约:

平均单位设备容量节约 67 元/kW (电动机设备容量)

平均单位设备容量年节电 57kWh/kW (电动机设备容量)

平均单位设备容量节约年运行费 33 元/kW (电动机设备容量)

10kV 成套设备 90 年代初中国研制成功的 10kV 系统的成套设备, 可以满足煤矿及其他工矿企业 10kV 供电需要, 主要包括: 矿用一般型和隔爆型高压开关, Y 及 YR 系列三相异步电动机、TW 系列无刷三相同步电动机, 矿用一般型变压器, 不滴流纸绝缘铅包细钢丝铠装电力电缆, 矿用监视屏蔽型橡套软电缆、橡套软电缆预制型电缆终端, 隔爆型电缆接线盒, 隔爆型移变电站等。

参考书目

顾永辉等, 《工矿企业 10kV 供电》, 煤炭工业出版社, 1996.
(顾永辉)

条目汉字笔画索引

说 明

一、本索引供读者按条目标题的汉字笔画查检条目。

二、条目标题按第一字的笔画由少到多的顺序排列,笔画数相同的字按起笔笔形一(横)、丨(竖)、丿(撇)、丶(点)、㇇(折,包括乚、乙、乚、乚等)的顺序排列。第一字相同的,依次按后面各字的笔画数和起笔笔形顺序排列。

三、索引后的阿拉伯数字是条目所在页码。

二 画

人工交换调度机	354
人车	353
刀具试验	66

三 画

工业性试验	120
工作面配电点	120

四 画

切削破岩	342
支护机械	466
支架运输车	467
支撑式支架	463
支撑掩护式支架	464
无功功率补偿	415
无损检测技术	416
天轮	403
井下1140V供电系统	201
井下660V供电系统	201
井下大气压电压	186
井下电气保护	187
井下主变电所	199
井下有线音频通信	196
井下轨道运输监控系统	190

井下杂散电流	197
井下矿用低压电动机	194
井下矿用高压电动机	194
井下供电系统	187
井下变电所和配电点	184
井下测试	185
井下配电电压等级	195
井下照明	198
井下静电	193
井筒电缆	184
中性点接地方式	470
中部槽	468
气动凿岩机	336
气垫式带式输送机	335
气囊支架	339
仓式刮板输送机	33
手动开关	373
手持式电动工具综合保护装置	373
欠压与失压保护	340
风镐	103
双速电磁起动机	376
水力采煤设备	379
水力测功机	379
水泵	377

五 画

扒爪式装载机	2
--------	---

平衡锤	331
本安通信信号机	13
本质安全型电气设备	14
可伸缩带式输送机	214
可弯曲刮板输送机	216
卡轨车	209
卡轨车整机试验	211
电力测功机	84
电反馈加载装置	76
电动机综合保护器	74
电动凿岩机	75
电机车	77
电机车电气控制	80
电机车保护装置	78
电机车整机试验	81
电涡流测功器	85
电缆故障探测	83
电缆热补器	84
电缆监视保护	83
电磁起动机	71
电磁粉末制动器	71
生产工况检测装置	371
立井提升设备	298
立爪式装载机	301
立滚筒采煤机	297
主要通风机	473
主通风机电气传动	475
主通风机调速	476

六 画

机电设备开停检测装置	170
机械功率封闭加载装置	170
机械破岩原理	171
压力容器管理	428
有功、无功电度表箱	451
托辊	412
托辊试验	413
轨道运输设备	145
过载保护	158
同线电话	407
自动交换调度机	479
自卸运输车	481
后卸式装载(装岩)机	161
全员生产维修	352
全断面掘进机	344
全断面掘进机刀盘	349
全断面掘进机降尘系统	350
全断面掘进机控制系统	351
多路开关箱	92
充电设备	42
充填支架	43
冲击式掘进机	41
冲击试验	42
冲击破岩	39
安全绞车	1
设备日常管理	364
设备运行管理	365
设备技术管理	360
设备折旧管理	366
设备报废管理	357
设备改造与更新	358
设备经济管理	363
设备标准化管理	357
设备故障管理	359
设备前期管理	363
设备租赁管理	368
设备检修	361
设备综合工程学	367
防护等级试验	98
防坠器	100
防跑车装置	98
防爆电气设备	96

防爆电气设备管理	96
防爆电铃	96
防爆按钮	95
防爆柴油机车	95
防爆提升绞车	97

七 画

声力电话机	371
连续采煤机	302
时分制传输系统	372
低压电缆附件	66
低压漏电保护装置	67
刨头	11
刨煤机	5
刨煤机整机试验	8
快速断电保护	226
局部通风机	203
阻车器	482
阻燃输送带	483

八 画

板式输送机	4
矿山供电	261
矿井无线通信	257
矿井地面 660V 供电系统	236
矿井地面供电系统	233
矿井运输设备	257
矿井局部生产环节监控系统	248
矿井供电系统	243
矿井供电的继电保护	242
矿井空气压缩机测试	249
矿井监控系统	247
矿井调度通信	237
矿井通信	256
矿井排水设备测试	251
矿井提升机	253
矿井提升设备测试	253
矿车	228
矿车车轮试验	229
矿区供电系统	258
矿区通信	261

矿用一般型开关柜	287
矿用一般型电气设备	287
矿用电气设备	274
矿用电动机	268
矿用电动机试验	269
矿用电缆	270
矿用电缆试验	272
矿用电缆管理	271
矿用电器	272
矿用电器试验	273
矿用光纤工业电视系统	278
矿用光纤通信	279
矿用低压橡套软电缆	266
矿用阻燃输送带试验	295
矿用直线电动机	294
矿用变压器	264
矿用变压器试验	266
矿用信号电缆	287
矿用绞车	281
矿用真空开关	290
矿用载波通信	289
矿用高压橡套软电缆	277
矿用高强度圆环链试验	276
矿用通信、信号、控制综合装置	286
矿用通信电缆	285
矿用感应通信	275
矿用漏泄通信	282
矿压检测仪表	262
矿灯	230
拐角刮板输送机	139
拖缆装置	414
齿轨机车	38
岩石电钻	428
固定式照明灯具	123
刮板链	126
刮板输送机	128
刮板输送机中部槽试验	138
刮板输送机双速电机	135
刮板输送机电气控制	128
刮板输送机机头部	130
刮板输送机机尾部	131
刮板输送机紧链装置	132
刮板输送机群集中控制装置	135

刮板输送机整机试验	136
供电系统的谐波	121
侧卸式装载(装岩)机	34
爬车机	323
乳化液泵站	355
金属铰接顶梁	183
采区变电所	32
采区通信、信号、控制装置	32
采煤工作面支护设备	17
采煤机	18
采煤机电气控制	21
采煤机电动机	20
采煤机自动化	26
采煤机行走部试验	22
采煤机组位置检测装置	28
采煤机截割部试验	21
采煤机整机试验	23
采煤设备	29
采煤联动机	29
备件管理	12
放顶支柱	103
放顶煤支架	102
油封试验	450
油脂管理	451
单轨吊车	59
单体液压支柱	62
单体液压支柱试验	63
单相接地电容电流	65
空气压缩机	219
空气压缩机附属装置	223
空气压缩机保护装置	222
空气压缩设备	225

九 画

型式试验	420
相敏过流保护	418
故障诊断技术	125
巷道支护设备	161
带式输送机	45
带式输送机计量装置	52
带式输送机电气控制	49
带式输送机张紧装置	55
带式输送机驱动装置	53
带式输送机制动装置	58

带式输送机保护装置	46
带式输送机群监控系统	54
带式输送机整机试验	57
轴承故障诊断仪	472
钢绳牵引带式输送机	106
选煤设备	427
保护接地	4
活动煤仓	167
架线式电机车	179

十 画

耙斗式装载(装岩)机	
绞车	325
耙斗式装载(装岩)机	323
桥式转载机	340
真空开关的操作过电压	458
真空开关管的真空寿命	460
振动试验	461
振动信号频谱分析技术	461
换相耦离开关	164
钻具	484
钻削式采煤机	487
钻探设备	487
钻装机	488
铁磁磨粒测量仪	404
铁谱仪	404
部分断面掘进机	16
高压电缆附件	109
高压过流保护装置	109
高压漏电保护装置	110
高产高效工作面供电	
系统	107
高低温试验	108
旁路接地保护	329
润滑油磨粒分析技术	355
料位检测装置	305
窄轨道岔	456
通风设备	406

十一画

梭行矿车	379
掩护式支架	429
排水设备	327

推车机	410
掘进工作面转载机	204
掘进机	205
掘进机械履带行走机构	206
掘进设备	207
悬臂式掘进机	422
悬臂式掘进机降尘系统	425
悬臂式掘进机整机试验	425
铠装电缆	212
铲运机	38
移动式照明灯具	450
移动变电站	448
盘式制动器	328
盘形滚刀	329
斜井人车通信、信号装置	419
斜井提升设备	419
混凝土喷射机	164
液力偶合器	431
液压支架(柱)阀类试验	445
液压支架	440
液压支架手动控制系统	446
液压支架电液控制系统	443
液压支架整机试验	447
液压缸试验	433
液压能回收加载装置	436
液压旋转钻机	437
液压凿岩机	438
液压锤	434
深度指示器	369
断相保护	91

十二画

提升机电气传动	385
提升机主轴装置	397
提升机交交变频同步	
电动机传动	387
提升机交流电气传动	389
提升机直流电动机传动	393
提升机制动系统	396
提升机保护装置	384
提升机绕线转子异步	
电动机串电阻传动	390
提升机减速器	387
提升钢丝绳	382

提升信号系统	392
提升容器导向装置	399
提升容器悬挂装置	402
〔提升容器〕防过卷装置	399
凿井设备	452
凿岩台车	452
凿岩台车钻臂	453
凿岩机	452
铺网支架	331
链带式输送机	304
短路电流	90
短路保护	89
短壁采煤机	88
集中检测装置	179
馈电开关	296
湿热试验	372
滑移顶梁支架	162
装载机械	478
隔爆型电气设备	114
隔爆型异步电动机	118
隔爆型高压配电装置	114
隔爆接线端子	112

十三画

蓄电池式电机车	421
输送机	374
输送机群监控系统	374
频分制传输系统	330

频谱分析仪	331
照明变压器综合保护 装置	457
锚杆台车	312
锚杆安装机	311
锚杆拉力计	311
锚杆钻机	313
煤电钻	315
煤矿电力系统监测装置	315
煤矿电气安全	315
煤矿机电设备测试	316
煤矿机电设备管理	317
滚压破岩	157
滚筒采煤机	146
滚筒采煤机行走部	155
滚筒采煤机喷雾降尘 系统	154
滚筒采煤机截割部	150
滚筒采煤机截割滚筒	152
数据处理系统	375
缠绕式提升机	36

十四画

截齿	180
截框式采煤机	181
截煤机	182
颗粒计数器	214
颗粒定量仪	213

箕斗	172
箕斗卸载设备	174
箕斗装载设备	177
管状带式输送机	139
端头支架	86
漏电闭锁	309
漏电保护	307

十五画

增安型电气设备	456
摩擦支柱	320
摩擦式提升机	318
整流变电所	462
噪声测试	455
壁后充填设备	14
翻车机	94

二十一画以上

露天开采设备	310
露天矿电力牵引供电	310
露天矿供配电	310
露天采场供配电	310
罐笼	141
罐笼承接装置	143
10kV 供电	490

条 目 英 文 索 引

(INDEX OF ARTICLES)

A

AC cyclo-converter supply
 synchronmotor drive for
 winder 387
active, reactive kilowatt-
 hour meter box 451
air compressor equipment ... 225
air compressor 219
air cushion belt conveyor ... 335
air pick 103
air-bag support 339
armoured cable 212
automatic switch-dispatch
 board 479
automation of shearer 26
auxiliary device for air
 compressor 223
auxiliary fan 203

B

battery locomotive 421
bearing failure detector 472
belt conveyor scale 52
belt conveyor 45
belt conveyors supervision
 system 54
boom of drill jumbo 453
boom-type roadheader 422
brake system for winder 396
breaker prop 103
breaking device for belt
 conveyor 58
bridge conveyor 340
bull 98

bunker level detector 305
bunker scraper conveyor 33

C

cable belt conveyor 106
cable fault location 83
cable handler 414
cable supervisory protection 83
cage bearing device 143
cage 141
car dumper 94
car pusher 410
car stop 482
carrying idler 412
centralized control unit
 for scraper conveyors 135
centralized detecting
 device 179
chain tensioner for
 scraper conveyor 132
chain-belt conveyor 304
charger 42
chock-shield support 464
class of protection test 98
coal cutter 182
coal mining equipment 29
coal mining mechanical and
 electrical equipment
 management 317
coal wining machine 18
coalface supporting equipment 17
coal-face wining aggregate ... 29
communication and
 signaling unit inclined

 shaft man car 419
comprehensive motor
 protector 74
continuous miner 302
control system of TBM 351
conveyance guiding device ... 399
conveyance suspension 402
conveyor 374
conveyors supervision
 system 374
corner scraper conveyor 139
counterbalance 331
creeper 323
cutting tool test 66
cuttinghead of tunnel
 boring machine 349

D

daily management of
 equipment 364
damp and heat test 372
data processing system 375
depreciation management
 of equipment 366
depth indicator 369
disc brake 328
disc cutter 329
discard management of
 equipment 357
district communication,
 signal and control
 equipment 32
district substation 32
drainage equipment 327
drift supporting equipment
 ment 161

drill jumbo loader 488
 drill jumbo 452
 drilling tools 484
 drive end unit for scraper
 conveyor 131
 drive head unit for scraper
 conveyor 130
 drive unit for belt con-
 veyor 53
 drum winder 36
 dumper 481
 dust-suppression system
 of TBM 350
 dust-suppression system of
 boom-type readheader 425

E

earlier stage management
 of equipment 363
 earth-leakage lockout 309
 earth-leakage protection 307
 economic management of
 equipment 363
 eddy current dynamometer ... 85
 electric cable vulcanizer 84
 electric coal drill 315
 electric control for electric
 locomotive 80
 electric drive of main fan ... 475
 electric energy feedback
 loading equipment 76
 electric hammer drill 75
 electric locomotive prote-
 ction 78
 electric locomotive 77
 electric rock drill 428
 electrical control for belt
 conveyor 49
 electrical control for scraper
 conveyor 128
 electrical control of shearer ... 21
 electrical safety in coal
 mine 315
 electrol-hydraulic control

 system for hydraulic
 support 443
 electromagnetic dynamo-
 meter 84
 electromagnetic powder
 brake 71
 electromagnetic starter 71
 emulsion power pack 355
 equipment overhaul 361
 equipment upgrading
 and renewal 358
 explosion-proof button 95
 explosion-proof electric
 bell 96

F

face power distribution
 point 120
 face-end support 86
 fault management of
 equipment 359
 feeder switch 296
 ferrograph 404
 ferromagnetic debris
 tester 404
 fire retardant conveyor
 belt 483
 fixed illuminator 123
 flameproof asynchronous
 motor 118
 flameproof diesel loco-
 motive 95
 flameproof high voltage
 distribution device 114
 flameproof terminal 112
 flexible scraper conveyor ... 216
 fluid coupling 431
 frame cutting jib miner 181
 frequency spectrum
 analyzer 331
 frequency-division tran-
 smission system 330
 friction winder 318
 frictional prop 320

G

gathering-arm loader 2
 gear reductor for winder 387
 grounding shunt prote-
 ction 329

H

hammer drill 452
 hand held electric tools
 comprehensive prote-
 ction 373
 head lamp 230
 head sheave 403
 heading face stage loader ... 204
 high and low temperature
 test 108
 high speed disconnection
 protection 226
 high voltage motor for
 underground mining 194
 high voltage rubber-
 sheathed flex cable
 for mine 277
 high-voltage cable fitting ... 109
 high-voltage earth-leakage
 protector 110
 high-voltage overcurrent
 protector 109
 hoist signalling system 392
 hoisting equipment in
 inclined shaft 419
 hoisting equipment in
 vertical shaft 298
 hoisting rope 382
 hydraulic cylinder test 433
 hydraulic dynamometer 379
 hydraulic energy closed
 circuit loading
 equipment 436
 hydraulic hammer drill 438
 hydraulic pick 434
 hydraulic prop 62

hydraulic rotary drill 437
 hydraulic support carrier ... 467
 hydraulic support 440

I

impact ripper 41
 impact test 42
 industrial test 120
 I. S. communication and
 signaling unit 13

L

leasing management of
 equipment 368
 lighting transformer
 synthetic protection 457
 linepan 468
 loader 478
 low voltage motor for
 underground mining 194
 low voltage rubber-
 sheathed flex cable
 for mine 266
 low-voltage cable fitting 66
 low-voltage earthleakage
 protector 67

M

main fan 473
 main shaft unit for winder ... 397
 man car 353
 management of electrical
 apparatus for explosive
 atmospheres 96
 manual switch 373
 manual switch-dispatch
 board 354
 manual-acting control
 system for hydraulic
 support 446
 measurement and test of
 coal mining mechanical

and electrical
 equipment 316
 measurement and test of
 mine air compressor 249
 measurement and test of
 mine drainage equip-
 ment 251
 measurement and test of
 shaft hoisting instal-
 lation 253
 mechanical power closed
 circuit loading equip-
 ment 170
 metal articulated roof bar ... 183
 method of power system
 neutral grounding 470
 mine car 228
 mine carrier communi-
 cation 289
 mine communication
 signal and control
 integrated equipment 286
 mine communication 256
 mine dispatching commu-
 nication 237
 mine hoist for explosive
 atmospheres 97
 mine inductive communi-
 cation 275
 mine leaky feeder com-
 munication 282
 mine local productive
 supervision system 248
 mine optical fibre com-
 munication 279
 mine optical fibre industri-
 cal television system 278
 mine power supply
 system 243
 mine power supply 261
 mine radio communication ... 257
 mine supervision system 247
 mine transporting equip-
 ment 257
 mine winch 281

mine winder 253
 mining area communica-
 tion 261
 mining area power supply
 system 258
 mining cable test 272
 mining communication
 cable 285
 mining electric apparatus ... 272
 mining electric cable
 management 271
 mining electric cable 270
 mining electric equipment ... 274
 mining electric motor 268
 mining electrical appara-
 tus test 273
 mining electrical motor
 test 269
 mining linear motor 294
 mining power transfo-
 rmer 264
 mining signal cable 287
 mining switchgear cabinet
 for non-explosive
 atmospheres 287
 mining transformer test 266
 mining vacuum switch 290
 mobile substation 448
 movable bunker 167
 multi-circuit switch box 92

N

narrow gauge switching
 turn-out 456
 noise measurement and
 test 455
 nondestructive testing
 technique 416

O

oil and grease manage-
 ment 451
 oil seal test 450

on/off detector for
 electromechanical
 equipment 170
 operating management
 of equipment 365
 operation status monitor 371
 overhead monorail 59
 overload protection 158
 overvoltage of vacuum
 switch 458
 overwind arrester 399

P

particle counter 214
 particle quantitative
 analyzer 213
 party-line telephone 407
 phase failure protection 91
 phase reversing discon-
 nector 164
 phase-sensitive overcurrent
 protection 418
 pick 180
 plough head 11
 plough 5
 pneumatic hammer drill 336
 portable illuminator 450
 power monitoring device
 for coal mine 315
 power supply system on
 high productivity coal
 face 107
 power system harmonics 121
 pressure container
 management 428
 principle of rock brea-
 king by tools 171
 protection device for
 air compressor 222
 protection earthing 4
 protection for belt con-
 veyor 46

R

rack track car 38
 reactive power compensa-
 tion 415
 rear dump bucket loader 161
 rectification substation 462
 relay protection for mine
 power supply 242
 road heading equipment 207
 road railer 209
 roadheader 205
 rock breaking by cutting ... 342
 rock breaking by percus-
 sion 39
 rock breaking by rolling 157
 rock pressure detecting
 instrument 262
 roofbolt drill jumbo 312
 roofbolt erector 311
 roofbolt tautness meter 311
 roofbolter 313

S

safety catcher 100
 safety winch 1
 scraper chain 126
 scraper conveyor 128
 scraper loader hoist 325
 scraper loader 323
 scraper 38
 selective roadheader 16
 shaft electric cable 184
 shearer cutting drum 152
 shearer cutting unit 150
 shearer motor 20
 shearer position detector 28
 shearer travel unit 155
 shearer 146
 shield support 429
 shortwall coal wining
 machine 88
 short-circuit current

protection 89
 short-circuit current 90
 shotcreting machine 164
 shuttle car 379
 side discharge loader 34
 skip discharge device 174
 skip loading device 177
 skip 172
 slat conveyor 4
 slipping roof bar compo-
 site support 162
 sound powered telephone
 set 371
 spare parts management 12
 speed adjustment of main
 fan 476
 standardized management
 of equipment 357
 standing support 463
 stowing equipment 14
 stowing support 43
 sublevel caving hydraulic
 support 102
 support with mesh-laying
 device 331
 supporting machinery 466
 supporting roller test 413
 surface 660V power
 supply system 236
 surface power supply
 system 233

T

take-up unit for belt
 conveyor 55
 technical management
 of equipment 360
 technology of analyzing
 lubricant debris 355
 technology of analyzing
 vibration signal in
 frequency spectrum 461
 telescopic belt conveyor 214
 terotechnology 367

条目及条目内容主题分析汉语拼音索引

说 明

一、本索引是全卷条目和条目内容的主题分析汉语拼音索引。索引主题按汉语拼音字母顺序和声调(阴平、阳平、上声、去声)顺序排列;笔画数相同的按起笔笔形一(横)、丨(竖)、丿(撇)、丶(点)、乚(折,包括丿、乚、乚等)的顺序排列。第一字相同时,按第二字,余类推。

二、设有条目的主题用黑体字,未设条目的主题用仿宋体字。

三、索引主题之后的阿拉伯数字是主题内容所在的页码,数字之后的小写拉丁字母表示索引内容所在的版面区域。本卷正文的版面区域划分如右图。

a	d
b	e
c	f

A

阿基米德螺旋线滚筒 153e
安全档 98f
安全阀 446f
安全阀试验 445d
安全绞车 **1a**
安全绞车式防滑装置 147e
安全运行考核指标 365f
安全制动(提升机) 396d
按压开关 373f

B

扒爪 2c
扒爪立爪式装载机 478b
扒爪式装载机 **2a**
扒爪式装载机机构 424b
扒爪式钻装机 489f
白炽灯 123d
板道器 456e
板式输送机 **4b**
半流量控制系统 442d

半气垫型(带式输送机) 335b
半箱式耙斗 323f
半卸载式滑移顶梁支架 163d
半正弦波脉冲冲击试验 42e
包机组 365f
包角 319a
薄型平面刀盘 349b
保护电器 72f
保护接地 **4f, 187d**
保护壳式铅封电缆
接线盒 109b
保险储备件 12f
抱轨式防滑装置 147e
抱闸式紧链器 134c
报警通信 480a
刨刀 11f
刨链 6a
刨煤部 5f
刨煤机 **5e**
(刨煤机)参数测量 9e
(刨煤机)空运转试验 8f
(刨煤机)空载试验 9b
(刨煤机)刨削试验 9c
刨煤机普采设备 30f

(刨煤机)输送部 6b
(刨煤机)型式试验 8e
(刨煤机)研究性试验 10f
刨煤机整机试验 **8e**
刨体 11b
刨头 **11a**
(刨头)底刀调整机构 11e
(刨头)加高块 11e
刨头驱动装置 5f, 6c
(刨头)让刀机构 11c
(刨头)支撑门架 11e
刨削破岩 342b
爆破采煤设备 30a
爆炸环境用电气设备 275a
备件 12e
备件储备量计算 13b
备件工作考核指标 13f
备件管理 **12e**
本安通信信号机 **13f**
本安型设备 275a
本架控制系统 446c
本质安全电路 275a
本质安全型电气
设备 **14f, 275a**

泵式混凝土喷射机 165e
 比能耗 171f
 彼得森线圈 472b
 闭式液压系统 156f
壁后充填设备 **14f**
 臂杆 454a
 避雷器 187a
 避雷器保护 186f
 边双链可弯曲刮板
 输送机 127d
 扁尾绳悬挂装置 318f
 扁形截齿 181a
 便携式冲击脉冲计 473a
 变电站主结线 234d
 变频调速 387d, 477b
 变频器 390a
 变送器 371f
 变位质量 254d
 变位质量测定 254d
 变压器 264d
 变压器过载能力 158f
 变直径卷筒 36f
 并联电容补偿 415c
 并联液压补偿式液压能
 回收加载装置 436e
 拔链器 130f
 波模转换器 283e
 波形挡边横隔板胶带
 输送机 300e
 不可逆电磁起动器 72a
 不平衡提升 300a
 布雷尔式提升机 37c
 布依格掘进机 347e
部分断面掘进机 **16b, 205f**
 部分卡轨的卡轨车 209b
 部分式中部槽 470a
 配件修理法 362e

C

采煤工作面支护设备 **17a**
采煤机 **18d**
 (采煤机)参数测量 24d
 (采煤机)底托架 146f
采煤机电动机 **20c**

采煤机电缆 267c
采煤机电气控制 **21a**
 (采煤机)工况监视系统 27d
 (采煤机)故障诊断 27f
 采煤机滚筒的研究性
 试验 25c
采煤机截割部试验 **21f**
 (采煤机)截割试验 24b
 (采煤机)空运转试验 23f
 (采煤机)空载牵引试验 24a
 采煤机内牵引整流
 变压器 265d
 采煤机外牵引整流
 变压器 265d
 (采煤机)型式试验 23e
采煤机行走部试验 **22e**
 (采煤机)研究性试验 25c
 采煤机用高压电动机 195b
 (采煤机)运行状态监视
 系统 27d
 (采煤机)张紧装置 147d
采煤机整机试验 **23d**
采煤机自动化 **26e**
采煤机组位置检测装置 **28e**
采煤联动机 **29a**
采煤设备 **29e**
采区变电所 **32a**
 采区电压等级 196a
采区通信、信号、控制
 装置 **32f**
仓式刮板输送机 **33e**
 仓式列车 229a
 操纵阀 446d
 操纵阀试验 445a
 槽盘-链条输送带 4c
 侧底卸扇形闸门 174b
 侧卸式(刮板输送机)
 机头部 130f
 侧卸式可弯曲刮板
 输送机 217c
 侧卸式矿车 228f
侧卸式装岩(装岩)机 **34d**
 侧卸式钻装机 489c
 测杆 262d
 测速发电机 47a

测速发电机速度保护
 装置 47a
 插底式支架 441b
 插棍式防滑装置 147d
 插销开关 373f
 插销耦合器 67d
 缠绕力 1b
缠绕式提升机 **36b**
 缠绕式提升机主轴
 装置 398f
 铲斗 35c, 162a
铲运机 **38b**
 常规充电机 43c
 长进路 190e
 长运距可伸缩带式
 输送机 216a
 超过压容器 428a
 超声料位计 307a
 超声探伤法 416e
 超重型可弯曲刮板
 输送机 127f
 潮流计算 259d
 潮式喷射 164d
 车间变配电设备 235e
 车用蓄电池 421d
 衬垫摩擦系数 319f
 成组支架电液控制 443e
 成组支架自动程序
 控制 444d
 程控式自动交换
 调度机 481b
 承托机头式端头支架 86d
 齿轨 211e
 齿轨单轨吊车 60d
齿轨机车 **38e**
 齿轨式无链牵引 156c
 齿辊式破碎机 342a
 齿体 180d
 齿头长度 181b
 充电架 43b
充电设备 **42f**
 充砂型电气设备 275c
充填支架 **43e**
 充油型电气设备 275c
 冲击回转式(破岩) 39e

冲击破岩 39c
 冲击器 41b
 冲击式掘进机 41a
 冲击试验 42c
 冲击压碎作用 157e
 冲击转动式(破岩) 39d
 抽出式局部通风机 203f
 抽风降尘系统 350e
 出厂试验 316f
 储气罐 224e
 传递式(刮板输送机)
 机尾部 132b
 传动滚筒 45f
 传感器 55c, 248b, 192a
 传输接口 248a
 串并联(起调速)控制 80c
 串、并联液压补偿式
 液压能回收加载
 装置 437a
 串车提升信号系统 393c
 串级调速 476c
 串联液压补偿式液压能
 回收加载装置 436d
 锤式破碎机 341f
 垂直胶带提升 300e
 磁粉损伤法 417a
 磁控真空计 460f
 磁力起动器 71f, 373d
 磁敏式速度传感器 79b
 磁塞检查法 356a
 磁石式人工交换
 调度机 354c

D

大接地电流系统 471b
 大倾角带式输送机 46c
 大倾角煤层采煤机 19f
 大型空压机 220d
 大型煤矿 10kV 直接
 下井供电 490b
 大修 361f
 带插销式隔离开关的
 配电装置 117a
 带减速器的主轴装置 398e

带接线端子式隔离开关的
 配电装置 117a
 带式摩擦驱动 54b
 带式输送机 45a, 374a
 带式输送机保护装置 46f
 (带式输送机)测量系统 58a
 带式输送机电气控制 49c
 带式输送机计量装置 52a
 带式输送机驱动装置 53c
 带式输送机群监控
 系统 54c
 带式输送机用高压
 电动机 195a
 带式输送机张紧装置 55f
 带式输送机整机试验 57a
 带式输送机制动装置 58b
 带式转载机 204b
 带闸刀式隔离开关的
 配电装置 117a
 单摆杆型支架 464f
 单参数测试系统 186a
 单动空压机 220c
 单钩串车提升 420a
 单股钢丝绳 382f
 单轨吊车 59e
 单滚筒采煤机 148b
 单护盾式全断面掘进机 346e
 单级离心泵 377f
 单级轴流式通风机 473f
 单减速箱机械传动装置 150f
 单节摇臂短壁采煤机 88d
 单卷筒提升机 36c
 单开道岔 456d
 单立滚筒采煤机 298a
 单母线分段接线 234c
 单刨头 12d
 单刀盘形滚刀 329c
 单容器平衡重(锤)
 提升 299d
 单绳缠绕式提升机 36c
 单绳罐笼 142a
 单绳摩擦式提升机 318f
 单绳悬挂装置 402a
 单式单道阻车器 482d
 单输送机放顶煤支架 102e

单台支架电液控制 443e
 单体锚杆钻机 313b
 单体液压支柱 62a
 单体液压支柱试验 63e
 单体液压支柱液压
 压力计 263f
 单体支架 17a
 单体支柱 17b
 单筒式(提升机)主轴
 装置 398f
 单位运行费用效率 366a
 单吸离心泵 377e
 单线传输模式 276a, 282f
 单相接地保护 307c
 单相接地电容
 电流 65b, 262b, 246f
 单向阀试验 445f
 单向中继(漏泄通信)
 系统 284d
 单(支)架单动作双向
 控制 444d
 单(支)架自动循环双向
 控制 444d
 弹簧张紧装置 147d
 挡车栏 98f
 挡煤板 147b
 刀具径向摆动式全断面
 掘进机 347e
 刀具试验 66b
 刀盘 349a
 刀盘体 350b
 刀圈 329c
 刀体 329e
 刀闸式换相隔离开关 164a
 导电杆 112c
 导轨式气动凿岩机 337a
 导轨式岩石电钻 428e
 导轨式液压锚杆钻机 313c
 导轨式液压旋转钻机 437f
 导轨式液压凿岩机 438b
 导辊滚轮式管状带式
 输送机 140b
 导链架 6a
 导向滑靴 146f
 导向轮 404b

导叶式离心泵 377e
道岔体 456c
道上道转载机 205a
灯头 230d
低电压保护 340a
低速大扭矩液压马达
 直联型防爆提升绞车 97c
低速刨煤机 8a
低位放顶煤支架 102d
低温试验温度 109a
低压电缆附件 **66f**
低压电气设备 274f
低压防爆电器 272f
低压交流漏电保护装置 67f
低压空压机 220d
低压馈电开关 448e
低压漏电保护装置 **67e**
低压喷雾 154d
低压容器 428a
低压(无功功率)补偿 416c
低压系统的电容电流 65f
低压直流漏电保护装置 68d
敌对进路 190e
底板比压 443a
底板载荷集度 443a
底刀 11f
底卸式矿车 229a
底座 441f
地面变电亭 235e
地面固定式空气压缩
 设备 225f
地面数据处理中心 247d
地音 263f
点接触钢丝绳 382d
垫块式液压调绳器 402c
电池箱 421e
电磁粉末制动器 **71c**
电磁轨制动 81c
电磁偶合器调速 477d
电磁起动器 **71f**
 (电磁起动器)技术性能 73d
电磁式过电流脱扣器 296e
电磁铁制动 81b
电动侧卸式装载(岩)机 34f
电动翻车机 94b

电动防爆提升绞车 97b
电动钢丝绳式推车机 410f
电动机 146c
电动机过载能力 158f
电动机 t_E 时间 270c
电动机主要特性参数 268d
电动机综合保护器 **74a**
电动链式装罐推车机 412a
电动锚杆安装机 311b
电动潜水泵 378d
电动上方推车机 412a
电动旋转式锚杆钻机 313c
电动凿岩机 **75b**
电动转盘 457c
电度表箱 451f
电端机 279f
电反馈加载装置 **76d**
电话安全栅 238e
电话线载波通信 290a
电火 226f
电火灾 227a
电火灾故障形成时间 227a
电机车 **77e**
电机车保护装置 **78f**
 (电机车)传动装置 78a
电机车灯具 450b
电机车电气控制 **80b**
 (电机车)轨道线路试验 82d
 (电机车)试验台试验 82d
电机车整机试验 **81e**
 (电机车)制动装置 78b
电机车综合保护装置 80a
电抗器 68d
 (电缆)导线芯 266e
电缆故障类型 83b
 (电缆)故障烧穿 83c
电缆故障探测 **83b**
 电缆过载能力 158f
 (电缆)护套 266f
电缆监视保护 **83d**
 (电缆)绝缘层 266e
 电缆内部故障 83e
 (电缆)屏蔽层 266f
电缆热补器 **84d**
 电缆损伤故障形成时间 227b

电缆外部故障 83e
电力安全监测 261b
电力测功机 **84e**
电力调度 261b
电力负荷分级 244c
 (电力系统)中性点 471a
电流型重燃过电压 458f
电能补偿直接电反馈
 加载装置 77c
电气保护 316a
电气传动系统保护 384e
电气调速行走部 157a
电气防爆 316b
电气绝缘 316a
电气设备绝缘诊断
 技术 126c
电气制动装置 78c
电牵引部 157a
电容电流 65b
电容电流测量 65e
电容电流的限制 66a
电网等效电路 122d
电网反馈动力加载
 装置 76e
电涡流 85c
电涡流测功器 **85d**
电涡流测矩器 85d
电涡流制动器 85d
电谐振式频谱分析仪 331c
电性能试
 验 273b, 266a, 269d, 272c
电压等级 261f
电液控制系统 442d
电-液驱动侧卸式
 装载(岩)机 34f
电液先导阀 444c
电源箱 443f
电子保护器 92b
电子胶带秤 52a
电子式过流保护装置 110a
电子式脱扣器 296e
电阻(起动调速)控制 80c
电阻型自动颗粒计数器 214d
电阻制动 81a
吊挂带式转载机 205a

弓挂式管状带式输送机 140b

吊挂托辊式管状带式输送机 140b

调速牵引速度 19c

调度绞车 281b

调度通信汇接装置 238f

(调度通信)网络模式 242c

调度通信主系统 242c

调度通信子系统 242c

调度指挥台 237f

调度总机 237f

调绳器 402b

调速型液力偶合器 432d

调心托辊 413c

叠片式蓄电池电源装置 421f

顶板动态仪 262e

顶刀 11f

顶架 17c

顶梁 441e, 184b

定距控制 6c

定率递减余额(折旧计算)法 367b

定期维修 361c

定压控制 6c

定子电流图测定 254a

动底式煤仓 167b

动力刨煤机 6f

动力式泵 377c

动力式空压机 219f

动力线载波通信 289f

动力制动装置 59d

斗臂 35c

斗车 205d

斗式转载车 205d

斗式转载机 205d

端面距 18b

端头计算机 443f

端头支架 **86d**

端卸式(刮板输送机)机头部 130c

端卸式可弯曲刮板输送机 217c

短壁采煤机 **88c**

短机身采煤机 88c

短进路 190e

短距离带式输送机电气控制 49d

短路保护 **89b, 373b**

短路电流 **90d, 246c**

短路电流计算 89e

短路故障 89b

短路容量 90f

短尾型支架 464f

断带保护装置 49b

断裂力学说(切削破岩) 343f

断路器 290f

断相保护 **91c**

对称道岔 456d

对称平衡式空压机 220d

对旋轴流式局部通风机 204a

对旋轴流式通风机 474c

墩柱 103b

多参数同步测试系统 186a

多次重燃过电压 458f

多股钢丝绳 382f

多回路电磁起动器 72c

多机驱动带式输送机电气控制 49e

多级离心泵 378a

多路开关箱 **92d, 72c**

多路选呼电话机 409c

多刃盘形滚刀 329c

多绳缠绕式提升机 37c

多绳缠绕式(提升机)主轴装置 399b

多绳罐笼 142d

多绳摩擦式提升机 319a

多绳悬挂装置 402b

多台带式输送机集中电气控制 50a

多油型断路器 114b

垛式支架 463c

E

额定工作阻力 17f

颚式破碎机 341f

二级调度通信 237d

F

翻车机 **94a**

翻车机阻车器 483a

翻斗式矿车 228e

翻转罐笼 142d

反风 407d

反风道 407d

反风道反风 407d

反风风门 407d

反风装置 407d

防爆安全性能试验 270c, 274a

防爆按钮 **95c**

防爆柴油机铲运机 38b

防爆柴油机车 **95e**

防爆柴油机单轨吊车 60c

防爆柴油机卡轨车 210a

防爆电铃 **96c**

防爆电器 272f

防爆电气控制设备 272f

防爆电气设备 **96d, 275a**

防爆电气设备管理 **96d**

防爆电气设备类别 96e

防爆门 407c

防爆特殊型蓄电池电源装置 421c

防爆特殊型蓄电池胶套轮电机车 422a

防爆提升绞车 **97a**

防爆蓄电池铲运机 38b

防爆蓄电池单轨吊车 60f

防爆蓄电池卡轨车 210c

防倒防滑装置 103d, 442c

防电磁辐射 316b

防固体外物防护形式 98c

防护等级试验 **98c**

防滑绞车 1a

防滑装置 147d

防静电 316a

防雷电 316a

防雷接地保护 187a

防跑车装置 **98f**

防水防护形式 98d

防撞梁 399e
 防撞绳 384d
防坠器 **100c**
 (防坠器)传动机构 100c
 (防坠器)缓冲机构 100c
 (防坠器)启动机构 100c
 (防坠器)抓捕机构 100c
放顶煤支架 **102a**
放顶支柱 **103a**
 放射式结线 259a
 非接触楔块逆止器 58c
 非连续漏泄馈线 283d
 非散热试件高低温试验 108e
 非谐波 121b
 非选择性呼叫 196f
 非选择性漏电保护装置 67f
 分布放大扩音通信系统 286b
 分部修理法 362e
 分层帘布带芯(输送带) 483e
 分段式离心泵 377f
 分散(无功功率)补偿 416c
 分式铰接顶梁 430c
 分数谐波 121b
 分体轩杆 485c
 分体式电动机综合
 保护器 74b
 分析式铁谱仪 405a
 分站 248a, 55b
 粉尘试验箱 98d
 封闭功率 170f
 封底式中部槽 470a
 蜂音声级 238b
 风包 224e
 风道 407b
 风动潜水泵 379c
风镐 **103f**
 风井变电所 235c
 风冷式空压机 220c
 风门 407c
 辅助排水设备 327c
 辅助驱动式(刮板输送机)
 机尾部 131f
 辅助通风设备 406c
 复合型电气设备 275c
 复式单道阻车器 482d

复式电源 110d
 附加直流电源的漏电
 保护装置 68d
 附加直流电源(漏电
 保护)原理 308d
 附加中频电源(漏电
 保护)原理 309d

G

改善维修 361c
 改向滚筒 45f
 干式变压器 448d, 458b
 干式充填设备 14f
 干式煤电钻 315a
 干式密封履带 206c
 干式喷射 164c
 研石箕斗 174e
 研石箕斗装载设备 177d
 感应电动机 268c
 感应体 275f
 刚性刮板输送机 128c
 刚性罐道 400d
 刚性掩护支架 17d
 刚性支柱 17e
 钢轨罐道 400d
 钢轨罐道防坠器 100e
 钢架落地式可伸缩带式
 输送机 126d
 钢轮式齿轨机车 38f
钢丝绳牵引带式输送机 **106a**
 钢丝绳 106c
 钢丝绳安全系数 382d
 钢丝绳带芯(输送带) 483f
 钢丝绳罐道 401d
 钢丝绳-摩擦滚筒行走
 机构 156a
 钢丝绳牵引带式输送机
 电气控制 50e
 钢丝绳牵引行走部 156a
 钢丝绳式爬车机 323d
 钢丝绳试验 383a
 钢丝绳提升 298c
 钢弦测力计 262f
 杠杆组合式块闸制动

系统 396f
高产高效工作面供电
 系统 **107c**
 高档普采设备 30e
 高低齿滚筒 153f
高低温试验 **108d**
 (高低温)试验箱 108f
 高频火花检漏法 461b
 高频振荡式速度传感器 79b
 高速刨煤机 8b
 高速小扭矩液压马达经
 行星减速器连接的
 防爆提升绞车 97e
 高位放顶煤支架 102e
 高温试验温度 109a
高压电缆附件 **109b**
 高压电缆监视保护动作
 参数 84a
 高压电气设备 274f
 高压防爆电器 272f
 高压负荷开关 448d
高压过流保护装置 **109f**
 高压空压机 220d
高压漏电保护装置 **110f**
 高压喷雾 154d
 高压容器 428a
 高压(无功功率)补偿 416c
 高压系统的电容电流 65e
 高压真空配电装置 114d
 高真空 290a
 戈培式提升机 318f
 隔爆接合面 118f
隔爆接线端子 **112c**
 隔爆外壳 72d, 118f
 隔爆外壳失爆故障形成
 时间 227b
 隔爆型插销 66f
 隔爆型插销连接器 421e
 隔爆型充电机 43c
 隔爆型电动机 118e
隔爆型电气设备 **114a, 275a**
 隔爆型高压电缆接线盒 109c
 隔爆型高压电缆连接器 109b
隔爆型高压配电装置 **114a**
 隔爆型接线盒 66f

隔爆型蓄电池电源装置 421f
 隔爆型异步电动机 118a
 隔爆外壳 373d
 隔直电容器 68c
 工频耐压(检测真空
 度)法 461b
 工业性试验 120a, 317b
 工作量(折旧计算)法 366f
 工作面锚杆支架 17d
 工作面配电点 120c
 工作信号(提升) 392f
 工作制动(提升机) 396d
 功率方向保护 111a
 功率方向型高压漏电
 保护装置 111a
 功率因素 415f
 供电安全 262b
 (供电)故障形成时间 226f
 供电系统的谐波 121b
 供电系统接线 259a
 共电式人工交换调度机 354d
 胶轮式混凝土喷射机 165b
 故障树分析法(FTA) 360b
 故障维修 361c
 故障诊断技术 125d
 固定车箱式矿车 228c
 固定卷筒 36d
 固定式照明灯具 123c
 固定天轮 403d
 刮板 126f
 刮板链 126f
 刮板式转载机 205b
 刮板输送机 128b, 374a, 381a
 (刮板输送机)参数测量 137c
 (刮板输送机)单机控制 128d
 刮板输送机电气控制 128d
 (刮板输送机)多机集中
 程序控制 128d
 (刮板输送机)负载试验 137a
 刮板输送机机头部 130b
 刮板输送机机尾部 131c
 刮板输送机紧链装置 132d
 (刮板输送机)锚固方式 217a
 刮板输送机群集中控制
 装置 135a

刮板输送机双速电机 135f
 (刮板输送机)推移装置 217a
 (刮板输送机)型式试验 136e
 (刮板输送机)研究性
 试验 136e
 刮板输送机用高压
 电动机 195b
 刮板输送机整机试验 136d
 刮板输送机中部槽试验 138b
 拐角刮板输送机 139b
 管道容器气力提升 300d
 管理租赁 368f
 管路特性曲线 253a
 管路效率 252d
 管状带式输送机 139f
 罐道 399f
 罐道梁 400f
 罐道绳 384d, 401d
 罐道绳拉紧装置 401e
 罐耳 401c
 罐笼 141c
 罐笼承接装置 143e
 罐笼内阻车器 483a
 罐笼提升信号系统 393b
 罐门 143d
 罐内阻车器 142f
 罐式充填机 15c
 罐式混凝土喷射机 164d
 罐体 142e
 罐座 144d
 光端机 279f
 光纤摄像仪 278d
 (轨道)固定交叉 457c
 (轨道)三轨套线 457f
 (轨道)四轨套线 457c
 (轨道运输)承载设备 258a
 轨道运输辅助
 设备 146a, 258a
 轨道运输井底车场集中
 控制系统 190f
 轨道运输局部区域连锁
 控制装置 190f
 (轨道运输)牵引设备 258a
 轨道运输设备 145d, 258a
 轨道运输信、集、闭系统 190d

轨道转盘 457c
 辊子 412c
 滚棍型直线电动机 295b
 滚轮罐耳 401c
 滚筒 152a, 45e
 滚筒采煤机 146b
 滚筒采煤机截割部 150d
 滚筒采煤机截割滚筒 152a
 滚筒采煤机喷雾降尘
 系统 154c
 滚筒采煤机行走部 155e
 (滚筒)端盘板 152d
 (滚筒)轮毂 152d
 滚筒式风力充填机 14f
 滚筒式连续采煤机 303e
 滚筒直径 153b
 滚压破岩 157c
 滚柱逆止器 58b
 过电压保护 187e
 过放 399c
 过放高度 399c
 过放距离 399c
 过负荷保护 158d
 过卷 399c
 过卷高度 399c
 过卷距离 399c
 过流保护 187c
 过煤高度 19d
 过载保护 158d, 117f
 过载保护特性 159c
 过载电子保护器 160b
 过载定比反时限特性 110b

H

巷道控制 21d
 巷道支护设备 161a
 巷道、洞室照明灯具 123c
 焊底式中部槽 470a
 焊接天轮 403e
 核子胶带秤 52d
 恒定湿热试验 372b
 恒功率自动调速系统 26e
 恒减速安全制动 396e
 恒压充电法 43b

恒制动力二级安全制动 396d
恒阻支柱 17f, 321f
红外遥控 21c
厚型平面刀盘 350a
后峰锯齿波脉冲冲击
 试验 42e
后卸式箕斗 174d
后卸式装岩(装岩)机 **161c**
后卸式钻装机 489c
弧光接地过电压 472b
弧光接地过电压 65c
护帮板 442b
护绳环 402a
滑差离合器调速 477d
滑车夹钩式管状带式
 输送机 140c
滑动槽式拐角刮板
 输送机 139e
滑动罐耳 401c
滑架 6a
滑片式空压机 222a
滑行刨煤机 7d
滑行拖钩刨煤机 7f
滑移顶梁支架 **162f**
环式结线 259b
缓冲托辊 413b
缓斜煤层采煤机 19f
换相隔离开关 **164a**
回柱绞车 281d
回转冲击式(破岩) 39e
回转式空压机 221d
回转簸箕式(箕斗装载
 设备) 177c
汇接星形辐射通信组网 261d
汇接装置 238f
混凝土喷射机 **164c**
混响室测试 455f
活动侧护板 442b
活动煤仓 **167a**
活塞式空压机 219f
活塞式无油空压机 221c

J

基本进路 190e

基本支架 441c
机厂设备故障停机率 360e
机厂主要设备事故频率 360e
机车 145f
机车牵引卡轨车 209f
机车前照灯 450b
机车通信 256d
机电设备开停检测装置 **170a**
机电式自动交换调度机 480c
机电事故率 365f
机电事故频率 365f
机面高度 19b
机内输配水系统 155b
机械补偿式液压能回收
 加载装置 436b
机械调速行走部 156d
机械放顶支柱 103b
机械功率封闭加载装置 **170d**
机械化支架 440c
机械能补偿直接电反馈
 动力加载装置 76f
机械破岩原理 **171c**
机械牵引部 156d
机械升柱器 322d
机械-液压补偿式液压能
 回收加载装置 437c
机械张紧式(张紧装置) 56a
机载锚杆钻机 313f
箕斗 **172f**
箕斗罐笼提升 299e
箕斗提升信号系统 393a
箕斗卸载设备 **174f**
箕斗闸门开闭装置 174f
箕斗装载设备 **177a**
激光型自动颗粒计数器 214c
极坐标式钻臂 454f
棘轮插爪式紧链 132e
集聚型真空电弧 290d
集中检测装置 **179a**
集中(无功功率)补偿 416c
集总放大扩音通信系统 286d
急斜煤层采煤机 19f
急增阻支柱 321c
即时支护 442e
计量仓式(箕斗装载

 设备) 177a
计量输送机式(箕斗装载
 设备) 177c
记忆数字程序控制
 (调高) 27c
继电保护 261a, 242e
继电保护装置功能 242f
(继电保护装置)灵敏
 系数 243c
(继电保护装置)灵敏性 243c
夹板链式拖缆装置 414d
架棚机 466f
架线电机车载波通信 289c
架线式电机车 **179d**
架线式电机车的电气
 制动 81a
架线式电机车电气控制 80b
架线式电机车直流
 电网的漏电保护
 装置 71a
监控分站 248a
监视型电缆 112a
间歇动作式装载机 478a
间歇输送设备 258a
检漏继电器 67e
检修信号(提升) 393d
检修质量管理 362f
碱性矿灯 231c
碱性蓄电池 421d
简易翻车机 94a
简易负压式混凝土
 喷射机 165d
简易型调度通信网络
 模式 242c
剪裂说(切削破岩) 343a
剪切变形说(切削
 破岩) 344a
剪切碾碎作用 157e
减弱磁场(起动调速)
 控制 80c
降尘器降尘系统 425e
胶带秤 52a
胶带撕裂保护装置 48f
胶套轮轮箍 422a
胶套轮式齿轨机车 38f

交变湿热试验 372c
 交叉式侧卸(刮板输送机)
 机头部 131b
 交互捻钢丝绳 482c
 交交变频器 387e
 交流电动机矢量控制 389f
 交流架线式电机车 179e
 交流接触器 72d
 交流同步电动机 268f
 交流异步电动机 268c
 浇封型电气设备 275b
 浇灌机 16a
 角移盘式闸制动系统 397e
 绞车式固定张紧装置 56b
 绞车式自动张紧装置 56e
 绞车用高压矿用电动机 195a
 绞轮式提升机 37f
 绞轮式提升机主轴装置 399b
 接触器 292b
 接触器控制金属电阻
 传动系统 390e
 接地漏电保护 117e
 接地箱式真空断路器 292a
 接近开关 48a
 接近开关速度继电器 48a
 接链环 127b
 接线端子 66f
 截槽 182f
截齿 180d, 152e
 截齿配置 153c
 截割部 18d, 146d
 截割电动机 21c
 截割高度 19b
 截割宽度 153b
 截割力制导(调高) 27c
 截割破岩 342b
 截割速度 19c, 183e
 截割头 423c
 截割阻抗 19c
 截距 153c
截框式采煤机 181e
 截链 182f
 截链式连续采煤机 303d
 截流 458d
 截流过电压 458d

截流值 458d
 截流重燃过电压 458f
截煤机 182c
 截盘 182e
 截深 19c
 截线 182f
 截止阀 447a
 截锥刀盘 350a
 节流法(测试流量) 251e
 节能型灯具 125b
 节式支架 463f
 金刚石截齿 181d
 金融租赁 368e
金属铰接顶梁 183f
 紧急制动(提升机) 396d
 紧链器 132d
 进路 190e
 晶体管直接变频器供电 386c
 晶闸管变流器串级传动 389d
 晶闸管变流器供电的
 直流电动机传动 394e
 晶闸管串级调速 476c
 精神磨损 358c
 经济运行考核指标 366a
井筒电缆 184b
井下变电所和配电点 184e
井下测试 185c
井下大气过电压 186c
 (井下)低压电缆 190a
 (井下)低压供电系统 189d
井下电气保护 187c
 井下负荷 188f
 (井下)高压电缆 190a
 (井下)高压供电系统 189b
井下供电系统 187f
 井下固定式空气压缩
 设备 225f
井下轨道运输监控系统 190d
井下静电 193a
 井下局部通信 256c
井下矿用低压电动机 194e
井下矿用高压电动机 194e
 (井下)配电电压 189b
井下配电电压等级 195c
 井下移动式空气压缩

 设备 225f
井下有绳音频通信 196d
井下杂散电流 197a
井下照明 198c
 井下中央变电所 199d
井下主变电所 199d
 井下总接地网 5c
井下1140V供电系统 201a
井下660V供电系统 201f
 静电测量 193d
 静电电荷量测量 193e
 静电电位置测量 193e
 静电接地 193f
 静电事故 193d
 静电危害 193c
 静电形成 193a
 静电灾害 193c
 静力刨煤机 6f
 静态液压支柱试验台 63f
 静止变频供电的笼型
 异步电动机传动 389f
 静止变频供电的同步
 电动机传动 389f
 静止串级传动 389d
 径流式离心泵 378e
 径向截齿 181a
 就地(无功功率)补偿 416d
 就机控制 21a
 局部接地极 5d
局部通风机 203f
 局部通风设备 407a
 局扇 203f
 矩形端盘式管状带式
 输送机 140f
 掘采机 302f
掘进工作面转载机 204d
掘进机 205e
 掘进机械灯具 450d
掘进机械履带行走机构 206d
掘进设备 207b
 绝缘监视保护 117e
 绝缘监视型保护装置 110f
 绝缘件 112d

K

卡轨车	209a
卡轨车轨道	210f
卡轨车整机试验	211f
开底式中部槽	469a
开关量	248b
开式液压系统	156e
开天窗中部槽	470c
铠装电缆	212f
抗静电剂	483c
颗粒定量仪	213c
颗粒计数器	214a
可分离式单卷筒提升机	36d
可分离式(提升机)主轴装置	399a
可逆电磁起动器	72b
可伸缩带式输送机	214f
可伸缩带式输送机电气控制	50d
可伸缩罐道	400e
可伸缩式(刮板输送机)机尾部	132b
可弯曲刮板输送机	216c
(可弯曲刮板输送机)铲煤板	219b
(可弯曲刮板输送机)挡煤板	219b
(可弯曲刮板输送机)过渡槽	219a
空分程控交换调度机	481c
空分制传输系统	248d, 179c
空气滤清器	223f
空气式电磁起动器	71f
空气式换相隔离开关	164a
空气式交流接触器	72e
空气压缩机	219e
空气压缩机保护装置	222d
空气压缩机附属装置	223f
(空气压缩机)排气量测试	249d
空气压缩设备	225e
空心千斤顶式拉力计	311c
空压机	219e

控制变压器	73a
控制电器	73a
块式闸制动系统	396f
块式制动器	59e
快速充电机	43c
快速断电保护	226c
宽网铺网	333d
框架式管状带式输送机	140d
框架式中部槽	470b
框形截盘	181f
矿车	228b
矿车车轮试验	229c
(矿车)缓冲器	228c
(矿车)连接器	228d
矿灯	230d
矿灯充电架	43a
矿灯泡	230d
(矿井)地面变电所	234d
(矿井地面)低压供电系统	234a
(矿井地面)高压供电系统	233f
矿井地面供电系统	233f
矿井地面 660V 供电系统	236c
矿井地面主变电所	234d
矿井调度通信	237c
矿井各类负荷额定电压	245d
矿井供电的继电保护	242e
(矿井)供电电压	245b
(矿井)供电电压等级	245f
矿井供电故障	242f
矿井供电系统	243e
(矿井)供电要求	243f
(矿井)环境监控系统	247a
矿井集中监控系统	247a
(矿井)监测系统	247a
矿井监控系统	247a
矿井局部生产环节监控系统	248f
矿井空气压缩机测试	249d
矿井排水设备测试	251b
矿井生产过程监控系统	247a

(矿井)生产监控系统	247a
矿井提升机	253d
矿井提升设备测试	253f
矿井提升阻力	254b
矿井提升阻力系数测定	254d
矿井停产检修	363a
矿井通信	256b
矿井无线通信	257b
矿井运输设备	257e
矿区电力负荷	258f
矿区电源	258f
(矿区)供电电压	258e
矿区供电系统	258e
矿区通信	261c
矿山供电	261f
矿压检测仪表	262c
矿压显现参数	262c
矿用白炽灯	123d
矿用本安电话机	242a
矿用变压器	264b
矿用变压器试验	266a
矿用低压橡套软电缆	266d
矿用电动机	268a
矿用电动机工作制	268b
矿用电动机试验	269d
矿用电动机选用	195b
矿用电动机选用原则	269a
矿用电缆	270d
矿用电缆的选择	271a
矿用电缆额定电压的选择	271b
(矿用电缆)敷设	271a
矿用电缆管理	271c
矿用电缆试验	272a
矿用电缆选型	271a
矿用电器	272d
矿用电器试验	273b
矿用电气设备	274f
矿用电钻电缆	268a
矿用感应通信	275f
矿用高强度圆环链试验	276f
矿用高压橡套软电缆	277c
矿用隔爆型变压器	265c
矿用隔爆型检漏继电器	69d
矿用隔爆型照明灯具	198f

矿用光缆	280a
矿用光纤工业电视系统	278c
矿用光纤通信	279c
矿用绞车	281a
矿用漏泄通信	282b
矿用通信电缆	285c
矿用通信、信号、控制综合装置	286a
矿用信号电缆	287c
矿用一般型变压器	264d
矿用一般型低压开关柜	288c
矿用一般型电动机	194f
矿用一般型电器	272f
矿用一般型电气设备	287f, 275c
矿用一般型高压开关柜	288c
矿用一般型开关柜	287f
矿用一般型照明灯具	198f
矿用移动橡套软电缆	267e
矿用荧光灯	123e
矿用圆环链	127a
矿用载波通信	289a
矿用增安型电动机	195a
矿用增安型照明灯具	198f
矿用真空开关	290a
矿用直线电动机	294c
矿用阻燃输送带试验	295c
馈电开关	296a
馈电开关主要技术数据	296c
扩散器	407b
扩散型真空电弧	290d
扩音传呼电话机	408d
扩音传呼通信	256d
扩音输出	238c
扩音通信	256d
扩音选呼电话机	409d

L

拉绳开关	48c
拉线开关	373f
雷达监测防跑车装置	100b
雷达料位计	305e
雷电侵入矿井	186c
累计量	248c

累计量信号	248c
离心式空压机	222c
离心式通风机	473b
离心水泵	377d
立滚筒	297b
立滚筒采煤机	297a
立井单绳箕斗	174a
立井多绳箕斗	174c
立井箕斗	172f
立井双罐笼提升	298f
立井双箕斗提升	298f
立井提升设备	298d
立式空压机	220c
立式离心泵	377e
立式深度指示牌	370b
立体布置型真空接触器	292d
立柱	441c
立柱阀性能试验	445e
立爪	301d
立爪式装载机	301d
连接环	127a
连续采煤机	302f
(连续采煤机)集装头	303a
连续动作式装载机	478a
连续漏泄馈线	282f
连续输送设备	257f
链带式输送机	304b
链轨式无链牵引	156d
链轮	4d
链牵引	156a
链牵引行走部	156a
链式结线	259b
链式爬车机	323c
链条挂钩式阻链器	134f
两端供电式结线	259c
料位检测装置	305b
列车推车机	412b
裂隙假设(破岩)	171e
邻架控制系统	446c
淋水棚	143e
零部件测试	317c
零电压保护	340a
零序电抗器	68e
零序电流	111a
零序电流方向(漏电	

保护)原理	309a
零序电流方向型选择性漏电保护装置	70a
零序电流(漏电保护)原理	308f
零序电流型高压漏电保护装置	111d
零序电流型选择性漏电保护装置	69e
零序电压	111a
零序电压(漏电保护)原理	308e
零序电压型漏电保护装置	69b
零序功率方向(漏电保护)原理	309a
零序谐波电流方向(漏电保护)原理	309c
流量计法(测试流量)	251f
六氟化硫型断路器	114b
笼式转子异步电动机	268e
笼型异步电动机传动	475d
漏电保护	307c, 187d, 373c
漏电闭锁	309e
漏电流计算	307d
漏电跳闸继电器	330d
漏泄传输方式	257d
漏泄电缆	282f
(漏泄电缆的)传输损耗	283d
(漏泄电缆的)偶合损耗	283d
漏泄段插入式漏泄馈线	283f
漏泄馈线	282d
漏泄同轴电缆	282f
露天采场供配电	310b
露天开采设备	310d
露天矿电力牵引供电	310d
露天矿供配电	310d
履带	206c
滤波器式频谱分析仪	331c
轮对	228e
螺杆拉紧装置	401e
螺杆式空压机	221e
螺旋滚筒	152b
螺旋挤压式充填泵	15f
螺旋式混凝土喷射机	165d

螺旋叶片 152e
螺旋液压调绳器 402c
螺旋张紧装置 56a
螺旋钻式连续采煤机 303d
落地式摩擦提升机
 主轴装置 398c
落地式提升机 318f
落地式真空断路器 291d

M

脉冲变阻制动 81a
锚杆安装机 311a
锚杆拉力计 311b
锚杆台车 312b
锚杆钻机 313b
锚喷支护设备 161a
帽灯 230d
煤仓储存 34c
煤仓卸载 34c
煤电钻 315a
煤电钻(127V)综合保护
 装置 70f
煤矿电力系统监测装置 315c
煤矿电气安全 315f
煤矿机电设备测试 316c
煤矿机电设备管理 317e
煤矿机电事故率 360e
煤矿井下电气设备选用
 要求 189a
煤流直接转载 34c
煤泥泵 300b
煤水泵 300b
煤水泵水力提升 300b
(煤、岩)截割阻抗 172a
(煤、岩)可刨性 172b
(煤、岩)可钻性 172b
(煤、岩)破落方式 172c
煤、岩破碎理论 171c
煤钻杆 487b
煤钻头 486a
密封型电气设备 275b
密封性能试验 64a, 447e
密实核 343c
密实核说(切削破岩) 343c

面积假设(破岩) 171c
面接触钢丝绳 382e
模拟光纤通信 280d
模拟量 248c
模拟量信号 248c
模压天轮 403e
摩擦轮衬垫摩擦系数
 测定 255d
摩擦式提升机 318d
(摩擦式提升机)防滑 319f
摩擦式提升机主轴装置 397f
摩擦支柱 320c
莫诺泵 16a
木罐道 400d
木罐道防坠器 100d
目标管理 352d

N

内部租赁 368c
内卡式槽钢轨 210f
内喷雾 350d, 425d, 154f
内牵引行走部 156a, 297d
内燃凿岩机 452b
内胀式绞车 327a
内注式单体液压支柱 62c
内装式提升机 319e
内装式(提升机)主轴
 装置 398f
逆止器 58b
逆止阻车器 483a
年检 361f
年数总和(折旧计算)法 367a

O

偶合器调速 477d

P

爬车机 323a
爬底板采煤机 149b
爬电距离 113c
耙斗 323f
耙斗式装载(装岩)机 323c

耙斗式装载(装岩)机

 绞车 325f
耙斗式钻装机 488e
耙斗装载机为主的
 机械化作业线 207d
耙角 324c
耙式耙斗 323f
排气量换算 250a
排水设备 327b
排水系统效率 252e
排头支架 441c
牌坊式深度指示器 369e
(盘)刀间距 158c
盘式闸制动系统 397d
盘式制动器 328e, 58e
盘形滚刀 329b
盘形滚刀滚筒 153f
旁路接地保护 329f
旁路开关 330c
炮采设备 30a
跑偏保护装置 48b
泡沫降尘 147a
配件 12e
喷雾降尘系统 350c, 425c
喷嘴 154d
偏心块式电动凿岩机 75d
偏置式端头支架 86c
片式组合操纵阀 446d
片状合金钎头 484e
频分制传输系统 330c
频谱分析仪 331b
平衡锤 331e
平衡提升 300a
平衡尾绳保护 385d
平均年限(折旧计算)法 366e
平面布置型真空接触器 292d
平面刀盘 349b
平面旋转式操纵阀 446d
平面直线电动机 294f
平巷人车 353a
平行轴减速器 387b
屏蔽监视型橡套软电缆 277f
屏蔽橡套软电缆 277d
铺网支架 331f
铺网装置 333a